

Oecon.
6007

Oec. 600^g

Fegebeutel



Oec. 600^g/₂

Fegebeutel



Die
Kanalwasser- (Sewage) Bewässerung

oder

die flüssige Düngung der Felder

im Gefolge der Kanalisation der Städte in England.

Reise-Bericht.

Im Hinblick auf deutsche Verhältnisse bearbeitet

von

AD. FEGEBEUTEL,

Civil-Ingenieur in Danzig.

Mit VII Tafeln, Plänen und Zeichnungen.

Danzig.

Verlag von A. W. Kafemann.

1870.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Die

Karl W. Bessel (1844-1918)

die deutsche Literatur der Gegenwart

im Vergleich mit der englischen Literatur

Kaiser-Bibliothek

Die Bibliothek der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

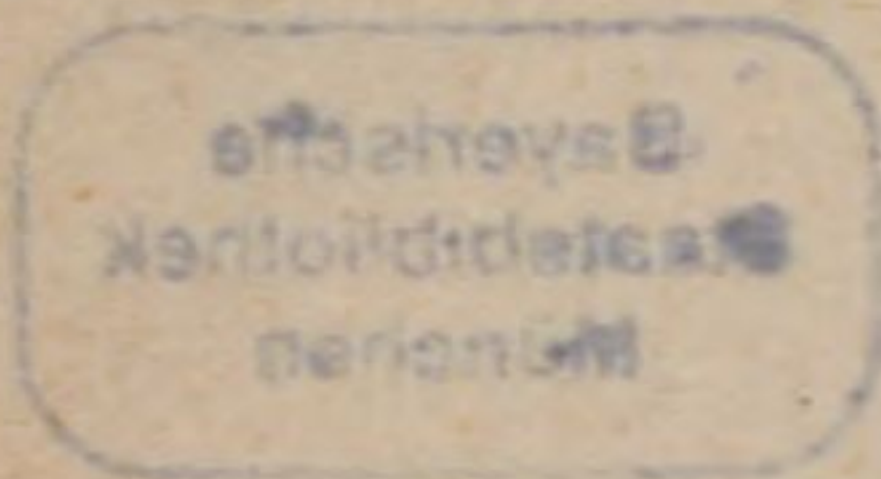


Die deutsche Literatur der Gegenwart

Verlag

Verlag von H. W. Bessel

1918



Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
I. Woraus besteht das Kanalwasser (Sewage) der Städte und welches ist der landwirthschaftliche Werth desselben	5
Die Bestandtheile des Kanalwassers	5
Werthsbestimmungen desselben	7
Das Verhältniss des Regen- und Tagewassers zum Kanalwasser	12
II. Das Kanalwasser als Bewässerungswasser resp. seine Verwendung zur flüssigen Düngung, seine Temperatur und seine Reinigung	17
Einfluss des Rieselwassers an und für sich auf die Vegetation der Pflanzen	17
Die Temperatur des Kanalwassers	19
Die Reinigung desselben durch die Absorptionsfähigkeit des Bodens	23
Bericht des Herrn Ingenieur B. Latham zu Croydon über die in Folge der Kanalisation und Bewässerung daselbst herrschenden Gesundheitsverhältnisse	25
III. Die Technik der Bewässerungsanlagen	29
Das Schlauch- und Spritzensystem (Underground pipes and hose and jet distribution)	29
Vertheilung durch offene Gräben (Distribution by carriers) . .	31
Das Hangsystem, Hangbau (catchwork-system) Taf. II. Fig. 2 .	31
Das Beetsystem (ridge and furrow) Taf. II. Fig. 4	32
Das Furchensystem (pane and gutter) Taf. II. Fig. 3	33
Furchenbewässerung für Hackfrüchte. Taf. II. Fig. 5	34
Anordnung verschiedener Schleusen, Taf. III. Fig. 1—6	34
Ing. Latham's Kanalwasser-Vertheilungsröhren, Taf. III. Fig. 7—9	35
Ueber die aufzubringende Menge des Kanalwassers	35
IV. Die unter Benutzung des Kanalwassers in England angebauten Gräser und Fruchtarten (Kultur-Berichte)	38
Das Kanalwasser zur Berieselung natürlichen Wiesenlandes . .	38
Das italienische Raygras (Lolium italicum) Taf. V.	41
Erträge in Süd-Norwood	42
Herr W. Hope-Lodge Farm über die Kultur dieses Grases mit Anwendung von Kanalwasser	43
Versuche in Rugby mit diesem Grase und deren Resultate . .	46
Anwendung des Kanalwassers für Getreide	49
desgl. desgl. für Hackfrüchte und Gemüse	50

	Seite
V. Gegenwärtige Verbreitung der Kanalwasser-Bewässerungs-Anlagen in England. Gesellschaften und Projecte zur grössten Ausbreitung des Systems. Beschreibung vorzüglicher Anlagen daselbst	53
Verzeichniss der englischen Städte etc., die das System angenommen haben	54
Die Metropolis-Sewage and Essex-Reclamation Company	55
Project für die Bewässerung der Woodham-Haide „Thames Valley Outfall“	56
Aus dem Bericht des Herrn W. Hope an die „Essex Sewage Farming Association“	56
Beschreibung vorzüglicher Anlagen in England	63
1. Croydon, Beddington und Süd-Norwood	63
2. Die Lodge Farm	67
3. Warwick (Gog Brook-Farm)	70
4. Rugby	73
5. Die Camp Farm bei Aldershott	74
VI. Die Anwendung der Kanalwasserbewässerung auf deutsche Verhältnisse	77
Vergleiche des Gehaltes des Kanalwassers zu München mit dem zu Rugby in England	77
Klima und Niederschläge in Norddeutschland im Vergleich zu England	81
Die Bodenverhältnisse Norddeutschlands im Allgemeinen in Rücksicht auf Bewässerungen	83
Entwässerung (Drainage)	88
Technische Ausführung der Bewässerungsarbeiten	90
Ueber die zu verwendende Menge des Kanalwassers	91
Welche Gräser und Fruchtarten eignen sich mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse zur Kanalwasserbewässerung im nördlichen Deutschland und wie sind dergleichen Bewässerungswirthschaften einzurichten?	102

Berichtigungen und Bemerkungen.

Seite	9	Zeile	6	statt: 28000000	lies: 2,800000.
„	24	„	11	statt: fehlenden	lies: vorhandenen.
„	39	„	15	ist hinter „dichten“	Decke einzuschalten.
„	58	„	25	statt: also 5 Prozent Zinsen vom £	lies: ferner 5 Prozent Zinsen von 22 £ für die Kuh, 1 £ 2 Sh.
„	58	„	28	ist im engl. Original $\frac{1}{2}$ pence per Tag	gesetzt, es muss aber heissen $2\frac{1}{2}$ pence per Tag.
„	54	„	7	sind im engl. Original für die Camp Farm bei Aldershott	396 Morgen bewässerter Fläche angegeben, es sind bis jetzt thatsächlich jedoch nur 120 Morgen angelegt.
„	62	„	31	statt 600 Thlr. 20 Sgr.	lies: 666 Thlr. 20 Sgr.

Einleitung.

Man wird im Allgemeinen zugestehen müssen, dass durch den sich von Jahr zu Jahr steigenden Eisenbahnverkehr die grösseren Städte, welche sich theils durch Lage, Handel und Fabrikwesen auszeichnen, theils als Centralpunkte des grossen Weltverkehrs zu betrachten sind, ein unverhältnissmässig grösseres Wachsen zeigen, als man nach den bisherigen Erfahrungen der progressiven Population erwarten konnte. Durch diese sich immer mehr und mehr geltend machende Centralisation auf dem Gebiete des öffentlichen Verkehrs, durch das Zusammendrängen grosser Volksmassen auf einen unverhältnissmässig kleinen Raum sind Calamitäten entstanden, die namentlich einen nicht zu leugnenden Einfluss auf den Gesundheitszustand der Bewohner ausüben. Diese Calamitäten bestehen vorzugsweise einerseits in unzureichender Wasserversorgung, andererseits in Anhäufung grosser Massen Abfallstoffe, deren mangelhafte Beseitigung, und vor allen Dingen in der für den Gesundheitszustand so äusserst schädlichen, aus genannten Anhäufungen entspringender Verunreinigung, man kann mit Rücksicht auf die Gesundheit der Bewohner solcher Städte sagen, Vergiftung des Grund und Bodens. Gegen diese Calamitäten anzukämpfen und sie mit energischen Mitteln zu besiegen, ist die schöne und grosse Aufgabe der Vertreter städtischer Communen. So wie der Landwirth durch die Drainirung seiner Felder eine gesunde Vegetation der Pflanzen zu erzielen bestrebt ist, so liegt es dem Städte-Bewohner ob, in gleicher Weise dahin zu wirken, dass durch die Entfernung schädlicher Feuchtigkeiten und Ablagerungen die Gesundheit der Menschen sicher gestellt werde. Obwohl nun in letzterer Zeit diese Fragen auf der Tagesordnung fast aller grossen Plätze des Continents und in engerer Reihe unserer grossen deutschen

Städte stehen, so sind sie doch noch leider in sehr unzureichender Weise beantwortet, geschweige denn praktisch gelöst worden.

Wenn auch fast schon überall dem ersten Theile der genannten Uebelstände durch Anlage zweckentsprechender Wasserleitungen eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, so liegt jedoch der zweite Theil, die Fortschaffung der Abfallstoffe auf naturgemäsem und leichtem, der Gesundheit nicht nachtheiligem Wege noch sehr im Argen. Leider ist diese Frage noch immer ein Gegenstand des Kampfes zwischen Volks- und Landwirthen einerseits und den Fachmännern andererseits. Ob Kanalisirung oder Abfuhr, ist die Frage, die noch fortwährend zu den ausgedehntesten Erörterungen, Polemiken und Anfeindungen Veranlassung giebt.

Und wie leicht ist die Lösung dieser Frage auch für unsere deutschen Verhältnisse gefunden wenn man sich nur die Mühe geben will, von den Eroberungen auf diesem Gebiete der Cultur Akt zu nehmen, welche uns England seit einigen Jahren vorführt. Wo bleiben die Streitpunkte der erwähnten Frage, wenn man sieht, dass vermittlest der gefährlichen verachteten Abfallstoffe die üppigsten Wiesen und Fruchtfelder erzeugt werden, dass ein nicht zu berechnender Wohlstand, und vor allen Dingen ein besserer Gesundheitszustand ganzer Gegenden erblüht.

Und wodurch wird dieser Zustand erreicht? Es ist nicht meine Aufgabe in diesem Werkchen, mich in den alten Streit über Kanalisirung oder Abfuhr mit einigen Argumenten des Für und Wider der einen oder anderen Methode einzulassen; es ist vielmehr mein Bestreben, über das, was ich in dieser Beziehung gesehen, geprüft, und als innige und feste Ueberzeugung aufgenommen habe, namentlich im Hinblick auf allgemeine Kulturwissenschaft, Bericht zu erstatten.

Dieser Bericht gipfelt in der Ueberzeugung, dass die natürlichste, national-ökonomisch wichtigste Methode namentlich überall da, wo durch eine ausreichende Wasserversorgung die Vorbedingungen gegeben sind, allein nur die sein kann, — wo durch ein durchgreifendes Kanal-Schwemm-System mit Aufnahme sämtlicher flüssigen und festen Abfallstoffe und mit Einschluss des Regenwassers die weitere Benutzung dieser Stoffe zur

Bewässerung resp. flüssigen Düngung anliegenden Grund und Bodens möglich gemacht wird.

Die grösste Schwierigkeit bestand bekanntlich bisher darin, dass man in Verlegenheit kam, die grosse Masse täglichen Kanalwassers fortzuschaffen; man leitete es früher in die Flüsse oder sonst disponiblen Wasserläufe in der Hoffnung, dass die Strömung die möglichst gelösten Sinkstoffe in das Meer führen würde. Man hatte sich hierin getäuscht; die Sinkstoffe schlugen sich in den meisten Fällen in den Flussbetten nieder und bildeten Alluvionen, die in wasserarmen Jahren trocken gelegt, die Umgebung dieser Wasserläufe verpesteten, ausserdem höchst störend auf Schifffahrt und Verkehr einwirkten.

Diese Uebelstände wurden so gefährlicher Natur, dass sie fast das ganze Verfahren des Kanal-Schwemm-Systems in Frage stellten und eine erhebliche Stockung in der Fortsetzung dieser Arbeiten veranlassten. Aus dieser Zeit datirt die Streitfrage über Kanalisation oder Abfuhr, da man, und mit Recht jene bösen Erfahrungen in den Vordergrund stellte, ausserdem noch Protest gegen die kolossale Verschwendung der nutzbarsten Dungstoffe erheben musste.

Augenblicklich jedoch liegt diese Sache vortheilhafter, ja so überzeugend, dass sie eigentlich als gelöst betrachtet werden darf. Die über alle Erwartung gelungenen kleineren und grösseren Versuche in England, das Kanalwasser der Städte unmittelbar zur Bewässerung resp. flüssigen Düngung anliegender Felder zu benutzen, giebt auch uns den Fingerzeig, ebenfalls damit vorzugehen. Bereits haben einige deutsche Städte, wie Danzig und Frankfurt a. M., dieses System zur Ausführung zu bringen zum Beschluss erhoben. Nach des Verfassers Ansicht ist diese Art und Weise der Anwendung eine Erscheinung, deren grosse national-ökonomische Bedeutung nicht unterschätzt werden kann und deren Klärung entschieden als eine schöne Aufgabe, nicht allein der öffentlichen Gesundheitspflege, sondern auch der Kultur-Wissenschaft betrachtet werden muss. Aus diesen Gründen habe ich es mir angelegen sein lassen, die vorzüglichsten Anlagen dieser Art in England zu besichtigen und zu studiren, um sie dem deutschen, sich dafür interessirenden Publikum zugänglich zu machen, gleichzeitig aber auch denjenigen Communen deutscher Städte, welche mit dem Gedanken umgehen, für das Wohl ihrer Bewohner mit gleichen Anlagen vorzugehen, Material in

die Hand zu geben, dessen Benutzung möglicherweise einen Einfluss auf ihre Beschlüsse ausüben dürfte.

Schliesslich aber betrachte ich es noch als eine angenehme Verpflichtung, denjenigen Herren, welche es sich angelegen sein liessen, mich zur Erfüllung meiner Aufgabe freundlich zu unterstützen, den Herren Alexander Aird in Berlin, John Aird & Sons in London, Baldwin Latham, Ingenieur der öffentlichen Bauten zu Croydon, den Herren Pennar und Clifford zu Warwick, Herrn Hope zu Lodge-Farm bei Barking, Blakburn zu Kamp-Farm bei Aldershott meinen besten Dank hiermit auszusprechen.

Der Verfasser.

Vergleichung der Masse, Gewichte, Münzen.

1 engl. Acre = $1\frac{1}{2}$ magd. Morgen. 1 engl. Fuss = 11,653 preuss. Zoll. 1 Imperial-Yard = 3 preuss. Fuss. 1 Quarter = 5,288 Scheffel (8 Bushels). 1 engl. Bushel = 0,661 Scheffel (4 Pecks 8 Gallons). 1 ton = 20 Zollcenter. 1 engl. Gallon = 3,966 Quart (als Flüssigkeitsmaass) 1 Pfund (avoir du poids) = 0,905 Zollpfund. 1 engl. Centner = 101,49 Zollpfund. (1 Hundredweight = 112 Pfund engl.) 1 Pfd. Sterling = 6 Thlr. 20 Sgr. Pr. Crt. (20 Shillings). 1 Shilling (12 pence) = 10 Sgr. Pr. Crt. 1 Penny = 10 Pfennige.

I. Woraus besteht das Kanalwasser (Sewage) der Städte und welches ist der landwirthschaftliche Werth desselben?

Kanalwasser ist das durch unterirdische Abzugs-Kanäle fortgeführte Wasser, bestehend aus unreinem Wasser, welches die festen und flüssigen Excremente von Menschen und Thieren, das Spülwasser der Küchen, Schlachthäuser, Fabriken aller Art und der Strassen mit Einschluss des sich mit dem Spülwasser vereinigenden Regenwassers oder Tagewassers enthält. Selbstverständlich werden die Bestandtheile dieses Kanalwassers mit den Gewohnheiten der verschiedenen Bevölkerungen, dem Reichtum oder der vorherrschenden Armuth gemäss variiren. Ferner weichen diese Bestandtheile auch in Bezug auf die Anwendung verschiedener Systeme der Wasserversorgung und Entwässerung selbstverständlich bedeutend von einander ab. Aus diesen Gründen müssen auch die Unterschiede in der Zusammensetzung des Kanalwassers grösser sein, so dass sein chemischer Werth nur nach einer langen Reihe von Versuchen hat festgestellt werden können.

Trotz der Verschiedenheit dieser chemischen Analysen wird man doch im Allgemeinen nicht behaupten können, dass das Kanalwasser nicht werthvoll genug sei, um eine spätere Benutzung desselben lohnend zu machen. Unter den schätzbarsten Bestandtheilen des Kanalwassers sind wohl die hauptsächlichsten: Stickstoff, welcher theils in Form von Ammoniak, theils als organische Masse vorhanden ist; zweitens Kalisalze, Phosphorsäure u. a. m.; drittens stickstofffreie organische Substanz, welche in zwei Verhältnissen gefunden wird, erstens löslich und zweitens unlöslich im Zustande mechanischer Suspension. Durchschnittlich sind in einer Gallone Kanalwassers in Granen enthalten: Stickstoff 6,7, Kali 1,1, Phosphorsäure 1,8 und stickstofffreie organische Substanz 30.

Um den allgemeinen landwirthschaftlichen Werth des Kanalwassers in Rücksicht auf spätere Benutzung zur Bewässerung, resp. flüssigen Düngung zu veranschlagen, geht man von der Voraussetzung aus, dass man dasselbe direkt in dem Zustande aus den Zuleitungsröhren oder Kothschleusen nimmt, wie es in denselben entstanden ist und gefunden wird, ohne einen vorhergehenden Prozess der Desinfection erfahren zu haben. Es soll nun hiermit nicht gesagt sein, dass die Benutzung des Kanalwassers nach einer vorhergegangenen Desinfection, d. h. einer Niederschlagung seiner festen Bestandtheile auf mechanischem oder chemischem Wege nicht auch gewisse pecuniäre Vortheile in Aussicht stellte, jedoch haben sich im Allgemeinen die verschiedenen Arten dieser Desinfectionen für eine grössere Benutzung dieser Masse in England bis jetzt noch nicht bewährt. Man hat namentlich in einigen Städten die umfassendsten Versuche dieser Art angestellt, wie z. B. in Birmingham, Leicester, Manchester, Tottenham, welche ohne irgend einen besondern Erfolg gewesen sind. Unter anderen wurden in Birmingham kaum 4 Shilling pr. ton (20 Ctr.) für den erzielten Niederschlag der festen Bestandtheile des Kanalwassers geboten, deren wirklicher Werth auf 4 Lstr. p. ton angenommen wurde. In der folgenden Tabelle sind die Namen der Hauptorte in England angegeben, wo die Versuche, einen verkäuflichen Dünger herzustellen, fehl-schlugen.

Birmingham	Carlisle	Leicester
Canterbury	Clifton	St. Thomas
Coventry	Ely	Tottenham
Ashby de la Zouch	Ealing	Uxbridge.

Im Allgemeinen waren die genannten Operationen mit solchen grossen Schwierigkeiten verknüpft, um ihnen gegen die sichere und naturgemässe Verwendung des Kanalwassers für Bewässerungen eine besonders günstige Zukunft in Aussicht zu stellen. Beinahe jedes chemische Reagens ist angewandt worden, um darin zu einem gewissen Resultat zu gelangen. Wendet man sich nun zu den Untersuchungen, welche, um den Werth des Kanalwassers vorzugsweise für die Bewässerung, resp. flüssige Düngung festzustellen, gemacht worden sind, so theilt uns Herr Latham, Ingenieur der öffentlichen Werke zu Croydon in seinem Werkchen (*The Purification and Utilisation of Sewage*, London,

E. and F. N. Spon, 48 Charing Cross, 1867, übersetzt von E. Wiebe, Bauführer in Berlin) folgende Untersuchungen mit: Der Werth des Kanalwassers ist von mehreren Chemikern unter den verschiedensten Umständen nach seinen darin enthaltenen Bestandtheilen auch verschieden angenommen worden. Professor J. v. Liebig schätzte, dass ein ton Londoner Kanalwassers auf 15 Shill. 4 pence (5 Thlr. 3 Sgr. 4 Pf.) pr. Kopf der Bevölkerung zu berechnen sei. Dr. A. W. Hoffmann berechnet, dass die im Kanalwasser schwebenden Stoffe 15 Shill. 3 pence (5 Thlr. 2 Sgr. 6 Pf.) pr. ton werth sind, während der feste Rückstand der gelösten Stoffe 5 Lstr. 5 Shill. (35 Thlr.) und alle Bestandtheile des Kanalwassers in fester Gestalt 6 Lstr. 3 pence (40 Thlr. 2 Sgr. 6 Pf.) pr. ton werth sein würden, dass ferner 100 tons Kanalwasser, wie es aus den Londoner Kanälen fließt, werth sind: 17 Shill. 7 pence (5 Thlr. 25 Sgr. 10 Pf.) oder 2 Shilling 2½ pence (22 Sgr. 1 Pf.) für die schwebenden Stoffe, und 15 Shilling 4½ pence (5 Thaler 3 Sgr. 9 Pf.) für die aufgelösten Stoffe zu berechnen wären. Nach diesem Verhältniss ist ein ton Kanalwasser etwas mehr werth, als 2 pence (20 Pf.) oder der jährliche Werth ist 16 Shill. 8 pence (5 Thlr. 16 Sgr. 8 Pf.) pro Kopf der Bevölkerung, vorausgesetzt, dass 100 tons (3293 Kubikfuss) genau dem einem Individuum zukommenden Betrag von Kanalwasser entsprechen, was für London als richtig anzunehmen wäre; die wirklichen Zahlen, welche von Hoffmann aus dem Gesamtwert des Londoner Kanalwassers berechnet sind, geben jedoch 10 Shill. 8 pence (3 Thlr. 16 Sgr. 8 Pf.) als den Jahreswerth pro Kopf der Bevölkerung. Wenn Dr. Hoffmann den Gesamtwert des Londoner Kanalwassers auf 1385540 Lstr. pro Jahr berechnet, dieses Kanalwasser ferner von 2600000 Menschen herrührt, und überschläglich 266000000 tons berechnet ist, so geht hieraus hervor, dass entweder der Gesamtwert des Kanalwassers hinter der Schätzung zurückbleibt, oder wahrscheinlicher, dass 2 pence pro ton ein zu grosser Werth für das Kanalwasser ist.

Professor Völker schätzt den natürlichen Werth eines ton Kanalwasser auf 2 pence, setzt aber hinzu, dass dieser theoretische Werth pro ton in der Praxis sich vermindert und in einigen Fällen gänzlich verloren gehen könnte.

Herr Lawes schätzt den Werth des Kanalwassers von Rugby auf 1¼ pence (12½ Pf.) pr. ton.

Herr J. J. Mechi führte vor der von der Königin ernannten Immediat-Commission für das Kanalwasser der Städte aus, dass er den jährlichen Werth des Kanalwassers auf 16 Shill. (5 Thlr. 10 Sgr.) pro Kopf schätzt, auf Grund der Annahme, dass der Werth des Kanalwassers gleich $\frac{1}{10}$ der verzehrten Nahrung sei. Letzteren Werth setzt er auf 7—8 Lstr. ($46\frac{2}{3}$ — $53\frac{1}{3}$ Thlr.) pro Kopf der Bevölkerung fest.

Herr Ellis schätzt den Werth von 1 ton Kanalwasser auf 2 pence, verglichen mit Guano à 11 Lstr. pr. ton (3 Thlr. 18 Sgr. 9 Pf. pro Ctr.) nach der Voraussetzung, dass 1250 tons Kanalwasser ebenso viel Dungstoffe enthalten, als 1 ton Guano.

Herr Morton berechnet in seiner werthvollen Abhandlung über Kanalwasser, in einem Vortrage bei der Akademie der Wissenschaften (Society of Arts), dass bei der Verwendung des Kanalwassers auf den Wiesen bei Edingburg nicht mehr als $\frac{3}{4}$ pence (7,5 Pf.) pro ton erreicht sind; wenn das Londoner Kanalwasser nach denselben Verhältnissen verwerthet würde, so würde es einen jährlichen Ertrag von 6 Shill. 3 pence (2 Thlr. 2 Sgr. 6 Pf.) pr. Kopf der Bevölkerung geben. Das mit den Untersuchungen über Behandlung und Verwerthung des Kanalwassers beauftragte Comité hat berechnet, dass in Croydon nach Abzug von 4 Lstr. (26 Thlr. 20 Sgr.) pr. Acre (16 Thlr. 24 Sgr. pr. Morgen) als des eingeschätzten Werthes des Bodens im Anbau von Ray-Gras $\frac{3}{4}$ —1 penny (7,5—10 Pf.) und bei dem Anbau von Wiesengräsern $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ penny (5— $7\frac{1}{2}$ Pf.) pr. ton wirklich erreicht ist.

Es ist nun schwierig, bei der Verschiedenheit der Zusammensetzung des Kanalwassers einen bestimmten Durchschnittswerth festzustellen, ohne dass man sich in seinen Berechnungen finanziellen Täuschungen hingiebt. Wie gesagt, ändert sich der Dungstoff je nach der gesellschaftlichen Stellung und den Gewohnheiten der Bevölkerung, von der das Kanalwasser herrührt.

„Die Herren Hoffmann und Witt haben es versucht, den Werth des Kanalwassers auf jährliche Ausleerung eines erwachsenen Mannes zurückzuführen; sie haben gefunden, dass darin enthalten sind:

feste Stoffe:		Ammoniak:	Werth:				
	Pfd.	Pfd.	Shill.	pence.	Thlr.	Sgr.	Pf.
Urin	61	15,8	10	$\frac{1}{2}$	3	10	5
Koth	34	2,3	1	$8\frac{3}{4}$	—	17	$3\frac{1}{4}$
	95	18,1	11	$9\frac{1}{4}$	3	27	$8\frac{1}{2}$

Dr. Thudichum schätzt den Werth des Urins eines erwachsenen Mannes, wie folgt:

feste Stoffe:	Ammoniak:	Werth:		
Pfd.	Pfd.	Shill. pence.	Thlr. Sgr. Pf.	
47	15,9	10 3½	3 12 11	

und setzt 28000000 Personen einer gemischten Bevölkerung = 2000000 erwachsenen Männern. Ein Mittelwerth der Herren Hoffmann und Witt und Dr. Thudichum berechnet durch die „Commission zur Untersuchung über die beste Art, das Kanalwasser der Städte zu behandeln und zu nutzbringendem Gebrauch zu verwenden“, giebt den Werth für jedes Individuum einer gemischten Bevölkerung an, auf:

	Ammoniak:	Werth:		
	Pfd.	Shill. pence.	Thlr. Sgr. Pf.	
Urin	11,32	7 3	2 12 6	
Koth	1,64	1 2¾	— 12 3½	
Summa	12,96	8 5¾	2 24 9½	

und eine durch die Herren Lawes und Dr. Gilbert gemachte Schätzung zeigt, dass der von den Herren Hoffmann und Thudichum dem Kanalwasser angewiesene durchschnittliche Werth seinen wahren Werth übersteigt. Sie erklären, dass der den Kanälen durch eine gemischte Bevölkerung höchst wahrscheinlich zugeführte Betrag von Ammoniak einschl. des Zuflusses aus allen anderen Quellen 12½ Pfd. pro Kopf der Bevölkerung nicht übersteigt, und dass 8 Shill. 4 pence (2 Thlr. 23 Sgr. 4 Pf.) der Jahreswerth pr. Kopf der Bevölkerung ist. Daher würde, wenn dieser Werth von 8 Shill. 4 pence (2 Thlr. 23 Sgr. 4 Pf.) an Dünger jährlich in 100 tons Kanal- und Regenwasser enthalten ist, dem Kanalwasser ein durchschnittlicher Marktpreis von 1 penny (10 Pf.) pr. ton (1 Pf. für 200 Pfd. = 3⅓ Kubikfuss) zukommen.

Herr Latham schliesst hieraus nach den an dem Londoner Kanalwasser angestellten Beobachtungen, dass es wahrscheinlich ist, dass der Betrag von Dungstoffen, welcher aus allen anderen Quellen den Kanälen zufließt, ungefähr dem der jährlichen Ausleerungen der Bevölkerung an Werth gleichkommt, welche von den Herren Hoffmann u. Witt u. Dr. Thudichum auf 8 Shill. 6 pence (2 Thlr. 25 Sgr.) pro Kopf angenommen ist. Dieser theoretische oder chemische Werth von 8 Shill. 6 pence pro Kopf einer gemischten Bevölkerung übertrifft um 2 pence den Werth, welcher ihm durch die mit Untersuchun-

gen über die Behandlung und Verwerthung des Kanalwassers beauftragten Commission beigelegt ist. Hält man sich an den Normalwerth von 8 Shill. 4 pence (2 Thlr. 23 $\frac{1}{2}$ Sgr.) pro Kopf, so wird jeder Stadt leicht durch Berechnungen nachzuweisen sein, welche Vortheile, resp. Einnahmen von der Verwendung des Kanalwassers zu landwirthschaftlichen Zwecken mit Wahrscheinlichkeit erreicht werden können. Herr W. Hope, Director der Versuchsstation für die landwirthschaftliche Verwendung des Londoner Kanalwassers, namentlich zu Bewässerungs-Anlagen zu Lodge-Farm bei Barking, ein Mann von bereits bedeutenden Erfahrungen bezüglich dieser Benutzung, äussert sich über den Geldwerth des Kanalwassers folgendermassen: Er geht weniger von einem Normalwerthe aus, sondern sucht im Speciellen zu bestimmen, welchen Werth das Kanalwasser in Bezugnahme auf seine Verwendung für verschiedenartige landwirthschaftliche Produkte haben kann. Diese Schätzungen sind gegen die so eben angeführten um so interessanter, als sie gleichzeitig im Vergleich mit diesen einen mehr speciell landwirthschaftlichen Charakter haben.

„Wenn das Kanalwasser für die Erzeugnisse des Gemüsegärtners benutzt wird, so ist sein Werth ausserordentlich gross, da die erzeugten Vegetabilien von der feinsten Beschaffenheit sind. Sie sind nämlich mit der grösstmöglichen Schnelligkeit gewachsen, wovon besonders die Zartheit derselben abhängig ist. Nun ist es bekannt, dass die Gemüsegärtner 10—20 Lstr. Dungwerth einer soliden Düngung auf den Acre verwenden, wenigstens in der Nähe Londons, während, um die schönste Ernte von Kohl, Blumenkohl, Sellerie etc. zu erzeugen, nur 500—1000 tons Kanalwasser nothwendig sind, je nach der besonderen Güte der Sorte, die man anbaut, und der gewissen Zeit, in welcher man die Ernte zu Markte bringen will. Nimmt man nun die höchste dieser Quantitäten, 1000 tons als gleich dem geringsten Werth einer Garten-Düngung gewöhnlichen Düngers oder 10 Lstr. pro Acre an, so würde man einen Totalwerth von 2400 pence (2000 Pf.) für 1000 tons Kanalwasser oder nahezu 2 $\frac{1}{2}$ pence (2 Sgr. 1 Pf.) pr. ton haben. Man hat keine Ursache anzunehmen, dass diese Ausgabe für einen Gemüsegärtner zur Verwendung in seinem Garten unübersteiglich wäre, wenn das bedeutende Resultat ins Auge gefasst wird, das man damit erzielt. Es ist merkwürdig, dass dieser Werth sich nicht bedeu-

tend von dem unterscheidet, welcher durch Schätzung der chemischen Bestandtheile des Kanalwassers gefunden wurde. Das Kanalwasser einer Stadt schwankt in Quantität, so wie in Qualität in den verschiedenen Jahreszeiten, so wie bei verschiedenartigem Wetter, und nichts war schwieriger bei der Organisation der Metropolitan Sewage Company, als zu einer verlässigen Schätzung des Werthes des Londoner Kanalwassers pr. ton zu gelangen, denn die verschiedenen Analysen, welche von Zeit zu Zeit gemacht worden sind, waren nach dem Inhalte einzelner Kanäle gemacht, nicht aber auf die grossen Massen des Kanalwassers, welche in dem Hauptabzugskanale vereinigt fliessen, berechnet gewesen.

„Will man jedoch, so fährt Hope fort, ganz sicher gehen, so könnte der Normalpreis von 1 penny pr. ton, namentlich im Falle der Verwendung in Gemüsegärten als ein massgebender zu betrachten sein. Geht man in diesen landwirthschaftlichen Schätzungen weiter und stellt den Werth des Kanalwassers für den Anbau von italienischem Raygras fest, so kann man durchschnittlich annehmen, dass 90—100 tons Gras aus 5000 tons Kanalwasser während eines Jahres wachsen können. Nun sind 5000 tons zu 1 penny gleich 20 Lstr. 16 Shill. 8 pence (138 Thlr. 26 Sgr. 8 Pf.), wozu man noch rechnen muss, 4 Lstr. pr. Acre, für Pacht und Steuern, 1 Lstr. für Verbreitung des Kanalwassers und andere kleine Ausgaben; für das Mähen von 10 Schnitt jährlich mit der Maschine zu 3 Shill. gerechnet, 1 Lstr. 10 Shill.; das Einfahren von 100 tons nach dem Hofe zu 6 pence, 2 Lstr. 10 Shill. oder eine Totalsumme von 29 Lstr. 16 Shill. 8 pence (198 Thlr. 26 Sgr. 8 Pf.) oder abgerundet 30 Lstr. (200 Thlr.). Da nun nachzuweisen ist, dass 1 ton Grass auf dem Wirthschaftshofe sehr wohl 15 Shill. Werth hat, wenn man es zur Ernährung von Kühen benutzt, deren Milch zu 15 oder 16 pence pr. Gallon auf dem Hofe verkauft oder zu Butter gemacht, die etwa für denselben Preis pr. Pfd. verkauft, die abgerahmte Milch den Schweinen gegeben wird, so hat man einen Bruttogewinn von 75 Lstr. (500 Thlr.) pr. Acre, von welchen 30 Lstr. (200 Thlr.) für die genannten Ausgaben in Abzug zu bringen sind, mithin immer noch ein Nettogewinn von 45 Lstr. (300 Thlr.) übrig bleibt.

„Verwendet man zu Mangoldrüben (Runkelrüben) 2000 tons Kanalwasser à 1 penny, so hat man für das Kanalwasser eine Ausgabe von 8 Lstr. 6 Shill. 8 pence pr. Acre; nimmt man hierzu

dieselben Ziffern von 4 Lstr., für Pacht und Steuern, 1 Lstr. für Anwendung des Kanalwassers etc., 30 Shill. für Vorbereitung des Bodens, 10 Shilling für Samen, und 70 Shilling für Behäufeln und Einernten von 70 tons Wurzeln, so hat man eine Total-Ausgabe von 19 Lstr. 6 Shill. 8 pence (128 Thlr. 26 Sgr. 8 Pf.) pr. Acre. Nimmt man man ferner denselben Preis von 15 Shill. pr. ton für den Werth des erhaltenen Futters, so hat man einen Totalertrag von 52 Lstr. 10 Shill. pr. Acre oder einen Netto-Ueberschuss von 33 Lstr. 3 Shill. 4 pence (221 Thlr. 3 Sgr. 4 Pf.). Da nun nachweislich in der Lodge-Farm 52½ tons Runkelrüben mit 1100 tons Kanalwasser erzielt sind, so kann man sicher annehmen, dass mit 2000 tons Kanalwasser 70 tons Mangoldrüben geerntet werden können. Man kann hier den Einwurf machen, dass bei diesen Berechnungen nur lediglich vom Kanalwasser der grossen Städte, nicht aber von dem der kleineren die Rede ist, denn obgleich der Regenfall in London im Verhältniss zur Bevölkerung nur ein geringer ist, so ist doch der Wasserverbrauch grösser und beides zusammen genommen repräsentirt jährlich 75—80 tons Kanalwasser pr. Kopf und pr. Jahr, anstatt wie angenommen 50 tons; wenn nun dieses verdünnte Kanalwasser den Werth hat, welcher ihm hier beigelegt ist, so kann Kanalwasser im Werthe von 50 tons jährlich auf den Kopf, pr. Jahr nicht weniger werth sein“.

Dieses wären im Allgemeinen diejenigen Werthsbestimmungen, welche man in England für den landwirthschaftlichen Werth der im Kanalwasser enthaltenen Stoffe gefunden hat, und nach welchen man die Rentabilität der Kanalwassermassen, namentlich für ihre Verwendung zu Bewässerungsanlagen festzustellen sucht. Jedoch liegt es auf der Hand, dass dieser Werth im Allgemeinen auch davon abhängig ist, in wie fern eine Verdünnung, wie schon erwähnt, des Kanalwassers eingetreten ist. Je grösser der Regenfall, je reichhaltiger die Wasserversorgung, um so mehr wird eine Verdünnung des Kanalwassers eintreten, da namentlich in letzterem Falle, wenn viel Wasser zur Disposition steht, auch viel verbraucht wird. Diese Verdünnung nun, in welcher die düngenden Stoffe oft im Kanalwasser gefunden werden, ist mehrfach als Einwand gegen seine Verwendung zu landwirthschaftlichen Zwecken angeführt worden. Anderseits war sie ein Grund zur Anordnung eines doppelten Entwässerungssystems, bei welchem ein Kanalnetz für das Regenwasser, ein

anderes für das eigentliche Kanalwasser dienen sollte; fernerhin ist auch diese Verdünnung für einige der Grund gewesen, speciell das System der Waterclosets zu verlassen und ein anderes System anzunehmen, welches zur Entfernung der Fäcalstoffe kein Wasser erforderlich machte. Wenn man aber im Allgemeinen annimmt, welche grossen Wassermengen täglich, auch abgesehen von dem System der Waterclosets zur Entfernung von Unrath und Koth aus den Wohnungen verwendet werden, so ist schon dieses Wasser im Stande, jeden Fluss, in dem man es leiten würde, total zu verunreinigen. Für den Zweck der Bewässerung und damit verbundenen flüssigen Düngung ist im Kanalwasser schon an sich die Gegenwart des Wassers von gewissem Werth, den wir weiter unten noch specieller besprechen wollen. Es kann für jeden, dem der Zweck einer Bewässerung ganz klar geworden ist, auch als ausgemacht betrachtet werden, dass in allen Fällen, in welchen Kanalwasser mit natürlichem Gefälle benutzt werden kann, die Verdünnung anstatt von Nachtheil zu sein, geradezu von Vortheil wird. Selbst in dem Falle, wo zu der Verwendung des Kanalwassers noch gewisse künstliche Hebungskosten hinzutreten, welche in Bezugnahme auf die Bewässerungsanlage dieselbe vertheuern, muss wiederum in Betracht gezogen werden, dass man bis jetzt noch keine vollkommnere Methode der Geruchlosmachung gefunden hat, als diejenige, das Kanalwasser zur Bewässerung umliegenden Grund und Bodens zu benutzen, da hierbei gleichzeitig eine vollständige Desinfection mit ausgesprochen ist. Wie wir schon oben mit einigen Worten nachwiesen, ist die Reinigung des Kanalwassers durch angewandte chemische Behandlung noch nicht in der Masse gelungen, als dass man diese Manipulation empfehlen könnte.

Uebrigens ist die Verdünnung des Kanalwassers vom landwirthschaftlichen Standpunkte aus kein besonders grosser Nachtheil, indem gegen andere Berieselungswässer schon an und für sich das verdünnte Kanalwasser eine so überwiegend grosse Menge von Dungstoffen enthält, als dass diese Verdünnung irgend einen vermindernenden Einfluss auf die Pflanzenproduction ausüben könnte. Diese Verdünnung hebt auch die Absorptionsfähigkeit des Bodens für die Dungstoffe keinesweges auf. Um jedoch noch mehr zu zeigen, wie unwichtig die Frage der Verdünnung im landwirthschaftlichen Sinne erscheint, erwähnen

wir nur, nach Herrn Latham's Mittheilungen, dass ein Feld, welches nach dem Verhältniss von 20 tons verrottetem Stallmist pr. Acre gedüngt ist, (260 Center pro Morgen) nach Professor Völker's Analyse 530 Pfund Ammoniak, 200 Pfund Phosphorsäure und 200 Pfd. Kali enthält. Bei einem durchschnittlichen Regenfall von 26 Zoll auf ein so gedüngtes Feld haben wir hiernach eine weit verdünntere Lösung der Dungstoffe, als im Kanalwasser, denn dabei würden enthalten:

Stalldung und Regenwasser: Londoner Kanalwasser:

Ammoniak	3,96	Gran pr. Gallone	7,20	Gran,
Phosphorsäure	2,40	" " "	1,44	"
Kali . . .	2,60	" " "	1,63	"
	8,96	Gran pr. Gallone	10,27	Gran.

Ferner äussert sich Herr Baldwin Latham (siehe oben citirtes Werk) über die Fernhaltung des Regenwassers aus den Kanälen folgendermassen:

„Der Plan, das Regenwasser von dem Gebrauchswasser der Häuser und Waterclosets zu trennen, hat viel Fürsprecher und scheint sich bei dem ersten Anblick unserer Aufmerksamkeit zu empfehlen. Man wird jedoch bei genaueren Untersuchungen finden, dass dieses System für grosse Städte ganz ungeeignet ist, 1) weil es ein grösseres Anlagekapital für den Bau der Kanäle erfordert, 2) weil die zu erreichenden Erfolge unzulänglich sind, 3) aber, weil die Uebelstände, die es vermeiden soll, mehr eingebildete als wirkliche sind. Ein grösseres Baucapital für die Anlagen würde sich, wie schon oben angedeutet, ergeben, weil ein doppeltes Kanalnetz und doppelte Röhren von jedem Hause erforderlich sein würden. Das System würde sich auch insofern als unausreichend zeigen, da der Regen, welcher auf die Oberfläche der Strassen und Dächer fällt, in den Städten die Rinnsteine ausspült und viel Sinkstoffe von grossem Dungwerth mit sich führt, welche die Klarheit jedes Wasserlaufes beeinträchtigen würden, in welchen man sie leiten wollte. Die Uebel, welche ein doppeltes Bewässerungssystem beseitigen soll, bestehen mehr in der Einbildung, als in der Wirklichkeit, da es sich noch nicht gezeigt hat, dass der Eintritt einer grossen Regenmenge in einen Kanal irgend eine nachtheilige Einwirkung ausübt. Im Gegentheil ist es noch nicht einmal nachgewiesen, dass eine bemerkbare Verdünnung des Kanalwassers bewirkt wird. Durch Dr.

Hoffmann ist für das Londoner Kanalwasser vor Dr. Brady's Comité nachgewiesen worden, dass der Kanal der Savoysstreet, bei zwei Gelegenheiten an löslichen Stoffen 94—101 Gran per Gallone hatte, während derselbe Kanal nach einem heftigen Regen 296 Gran pr. Gallone enthielt und andere Kanäle entsprechende Mengen gaben. Uebrigens hängt die Menge und der landwirthschaftliche Werth der durch den Regen in die Kanäle geführten Stoffe ebenso von Bedingungen ab, wie die Zusammensetzungen des Kanalwassers im Allgemeinen, welche wohl fast in jeder Stadt verschieden sind. Die folgenden Tabellen zeigen die Bestandtheile des von Professor Way analysirten Regenwassers, welches von den Strassen geschöpft wurde, bevor es die Kanäle erreichte.

Bestandtheile des Strassen-Abflusswassers in London.

Nro. der Flasche.	Name der Strasse.	Beschreibung der Fahrbahn.	Grösse des Verkehrs.	Gran in 1 Gallone		Sum- ma.
				lösl. Bestandtheile.	unlösl.	
1	Dukesstreet, Manchestersquare	Macadam	mittel	92,8	105,95	198,75
7	Foleystr. ob. Th.	"	klein	95,30	116,30	211,60
5	Gowerstreet	Granitpflaster	mittel	126,00	168,3	294,30
12	Nortonstreet	"	klein	123,87	3,00	126,87
3	Hampsteadroad über den Kanal	Kiesstrasse	gross	96,00	84,00	180,00
4	Ferdinandstreet	"	mittel	44,00	48,3	92,30
2	Ferdinaudplace	"	klein	50,80	34,30	85,10
10	Oxfordstreet	"	gross	276,23	567,10	813,33
6	"	Macadam	"	193,62	390,30	584,92
11	"	"	"	34,00	5,00	39,00

Von 4 Proben des in vorstehender Tabelle beschriebenen Wassers wurden besondere Analysen gemacht und man erhielt die in unten stehender Tabelle erhaltenen Ergebnisse. Professor Way fährt fort: Soweit London in Betracht kommt, scheint es ziemlich sicher zu sein, dass die Flüssigkeiten, welche den Kanälen während des Regens von den Strassen zufließen, bezüglich des Gehaltes an Dungstoffen ebenso werthvoll sind, als der gewöhnliche Kanal-Inhalt. Es scheint daher kein Grund zu sein, wegen der Verdünnung und Verschlechterung des Kanalwassers, welche man von diesem Wasser fürchten könnte, dasselbe von den Kanälen auszuschliessen.

**Analyse der löslichen Stoffe in verschiedenen Proben
von Strassen-Abflusswasser.**

	Gran in 1 Gallone			
	Grosser Verkehr		Kleiner Verkehr	
	Granit	Macadam	Granit	Macadam
	Nro. der Flasche	Nro. der Flasche	Nro. der Flasche	Nro. der Flasche
	10.	6.	12.	7.
Gebundenes Wasser u. lösl. organ. Substanz.	77,56	29,07	22,72	13,73
Kieselsäure	0,51	2,81	—	—
Kohlensäure	15,84	12,23	0,00	0,00
Schwefelsäure	36,49	38,23	46,48	34,08
Kalk	6,65	13,38	25,90	16,10
Magnesia	0,00	23,51	Spur	3,50
Eisenoxyd und Thonerde mit etwas phosphors. Kalk	2,58	1,25	—	—
Chlorcalcium	0,00	10,99	0,00	2,79
Chlornatrium	53,84	44,88	18,44	19,70
Kohlensaures Kali	82,76	18,27	8,75	5,23
„ Natron	—	—	1,58	—
Summa	276,23	194,62	123,87	95,13

Man sollte überhaupt nicht vergessen, dass heftige und stürzende Regengüsse selten vorkommen, und dass im Allgemeinen mehr als die Hälfte des Regens innerhalb einer Periode von 20—30 Tagen fällt. Betrachtet man aber die andere Hälfte als gleichmässig durch das Jahr vertheilt, und macht für die Verdunstung und Versickerung die nöthigen Abzüge, so ist der Theil der letzteren Hälfte, der seinen Weg in die Kanäle findet, in der That verschwindend klein“.

Ferner hat Herr Bazalgetto für London nachgewiesen, dass von $\frac{1}{4}$ Zoll Regen nicht mehr als $\frac{1}{8}$ Zoll, dagegen von $\frac{4}{10}$ Zoll Regen mehr als $\frac{1}{4}$ Zoll in die Kanäle gelangen.

Es mag nachzuweisen sein, dass der Handelswerth des Kanalwassers, wenn es viel Regenwasser mit Strassenschlamm enthält, ein geringerer ist, als wenn die Dungstoffe aus den Häusern allein darin enthalten sind. Jedoch darf man nie vergessen, dass es sich nicht um die Verwerthung allein, sondern auch um die Reinigung des Kanalwassers, vom sanitätlichen Standpunkte aus betrachtet, handelt, und aus letzterer Rücksicht scheint es sogar geboten, allen Regen den Kanälen zuzuführen.

II. Das Kanalwasser als Bewässerungswasser, resp. seine Verwendung zur flüssigen Düngung, seine Temperatur und seine Reinigung.

Für jede Bewässerung ist die Güte des Wassers der Hauptfactor. Schon in den ältesten Zeiten ist der günstige Einfluss desselben auf die Vegetation anerkannt. Ganze Länderdistrikte, wie z. B. in Spanien, der Lombardei, im südlichen Frankreich, Egypten verdanken ihren hohen Culturzustand und den Reichtum ihrer Gegenden dem wohlthätigen Einfluss des Wassers. Zwar hat dasselbe in nördlichen Gegenden, durch climatische Einwirkungen beeinträchtigt, nicht ganz den hohen Werth, wie man ihm in jenen wärmeren Ländern beimisst; jedoch auch im nördlichen Europa können Bewässerungen mit reichem fruchtbaren Wasser grosse Ernten erzeugen. Die bei weitem wichtigste Wirkung des Rieselwassers ist unzweifelhaft die düngende. Die Dünger- und Pflanzen-Nahrungsstoffe, welche dasselbe mit sich bringt und enthält, bestehen vorzugsweise in Ammoniak und organischen stickstoffhaltigen Körpern, in Kohlensäure, Kalk, Natron, Kali etc. Je reicher ein Wasser mit solchen in ihm gleichmässig vertheilten Ingredienzien versehen ist, um so intensiver ist seine Einwirkung auf die Pflanzenvegetation und auf die Verbesserung des Bodens, der von ihm berührt wird.

Wie schon angedeutet, sind alle diese genannten Körper im Wasser gelöst, also in einer Form vorhanden, in der sie von den Pflanzen unmittelbar aufgenommen werden können. Schon an sich bietet das Wasser als solches eines der wesentlichsten Nahrungsmittel der Pflanzen. Viele Pflanzen verdanken

fast blos dem Wasser und den atmosphärischen Stoffen ihre Erhaltung und ziehen nur wenig Nahrung aus den Bestandtheilen des Bodens. Seine Einwirkung auf die Vegetation zeigt das Wasser in mehrfacher Weise. Es tritt 1) als Lösungsmittel auf, indem es alle zur Ernährung der Pflanze dienlichen Bodenbestandtheile verflüssigt und sie zum Uebergange in die Pflanzen geschickt macht; 2) vermöge der demselben beigemischten fremdartigen Stoffe als ernährendes, so wie in mechanischer Weise Boden verbesserndes Mittel. Schon blosses Regenwasser, das reinste von allem in der Natur vorkommenden, enthält Stoffe beigemischt, welche den Pflanzen als Nahrung dienen und deren Wachsthum befördern. Quellwasser, wenn auch krystallhell erscheinend, enthält dergleichen Stoffe noch in bei weitem grösseren Umfange; die üppige Vegetation der von Quellwasser berührten Gewächse zeigt diese Einwirkung zur Genüge. Den meisten Pflanzennahrungsstoff aber enthält das Wasser der Flüsse und Bäche; je fruchtbarer und je kultivirter der Boden ist, mit welchem es in Berührung gekommen, je mehr Dungstoffe durch den Regen von den Feldern, aus den Ortschaften, von den Strassen etc. abgespült und denselben zugeführt werden, je reicher kann ein solches bezeichnet werden. Um so viel mehr wird das Wasser der kanalisirten Städte, welches die der Pflanzen-Vegetation so äusserst zuträglichen Bestandtheile und in so reichem Maasse enthält, von ausserordentlichem Werth sein. Nicht allein Pflanzen aus der Klasse der Gräser, sondern auch viele andere Nutzpflanzen werden durch die Berührung mit diesem reichhaltigen Wasser ein ausserordentliches Wachsthum, ein kaum geahntes Gedeihen zeigen. Es kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden, dass die Pflanzen das Unterscheidungsvermögen besitzen, nur solche Nahrung in sich aufzunehmen, die ihrem speciell individuellen Wachsthum günstig ist. Dieses gilt nicht nur von den Nahrungsstoffen aus dem Boden, sondern auch von denen aus dem Wasser. Nun eignet sich wohl keine Art und Weise mehr, um den Culturgewächsen eine grössere Zufuhr von ausgezeichneten Nahrungsmitteln zuzuführen, als diejenige der Bewässerung, resp. flüssigen Düngung, welche wir hier besprechen wollen. Selbst im allergrössten Maassstabe lässt sich diese Operation nach den Erfahrungen der Neuzeit ausführen, obgleich Klima und die Güte des Bodens als mit gleichberechtigte Factoren anzuerkennen sind.

Im Allgemeinen spielt das Klima und die von demselben dem Wasser gegebene Temperatur eine grosse Rolle bei allen Bewässerungen, namentlich in nördlichen Gegenden. Selbst gewöhnliches Fluss-Rieselwasser schützt erfahrungsgemäss die von ihm berührten Pflanzen gegen nachtheilige Fröste, darum rieselt man in der Bewässerungspraxis stets sehr stark, wenn man im Frühjahr eine kalte Nacht erwartet. Selbst, wenn Nachtfröste Bewässerungsflächen ohne Wasser überraschen, so werden deren nachtheilige Folgen aufgehoben, wenn am Morgen darnach sogleich Wasser aufgelassen wird. Auch wird sich die Temperatur der ganzen Fläche erhöhen, wenn das wärmere Wasser an kalten Tagen über dieselbe vertheilt wird. Auf diese Weise wird mit einer höheren Durchschnittstemperatur auch eine schnellere Vegetation erzeugt werden müssen. Kanalwasser hat nun hinsichtlich seiner Temperatur, vermöge seiner Entstehung in eingeschlossenen Räumen und seines Durchganges durch geschlossene Kanäle und Röhren einen besonders hohen Werth für Bewässerungen, vorzugsweise im Winter. Der Werth dieser hohen Temperatur zeigt sich namentlich in dieser Jahreszeit und besonders bei langen und anhaltenden Frösten. Es ist erfahrungsgemäss merkwürdig, dass, wenn der höchste Temperaturgrad nöthig wird, das Kanalwasser ihn besitzt, mit anderen Worten: Die Temperatur des Kanalwassers steigt mit der Dauer des Frostes. Dieses ist augenscheinlich dem durch den Frost unterbrochenen Zufluss des Tagewassers und den Gewohnheiten der Bevölkerung zuzuschreiben, da viel weniger kaltes Wasser im tiefsten Winter als zu anderen Zeiten, dagegen mehr warmes Wasser verbraucht wird. So gross ist der Einfluss der Temperatur, dass man bemerken kann, wie auf einem mit Kanalwasser berieselten Felde sogar bei grossem Frost die Vegetation nicht still steht.

Herr Baldwin Latham zu Croydon hat über diesen wichtigen Punkt die eingehendsten Untersuchungen angestellt. Derselbe ist namentlich durch einen während des Winters 1864 auf den berieselten Feldern von Süd-Norwood angestellten und während eines Zeitraums von strengem Frost durchgeführten Versuch in den Stand gesetzt worden, ein Feld mit italienischem Raygrase zu bestellen, welches erst im Monat November besäet wurde, und als er das Gras zwischen Weihnachten desselben

Jahres mass, fand er die Pflanze 6" hoch und noch in üppigem Wachsthum. Während des folgenden Jahres ist dann das Gras 6mal geschnitten worden, das letzte Mal in der Weihnachtswoche 1865. Während dieses Versuchs hatte das Kanalwasser in allen Fällen seiner Anwendung eine Temperatur von einigen Graden über der der Atmosphäre — aber nicht so hoch, als das in einem anderen Falle gebrauchte, nämlich auf der ebenfalls unter Herrn Latham's Leitung mit Kanalwasser berieselten Farm von Beddington. Man wird finden, dass die Temperatur des Kanalwassers einer Stadt, die mit Wasser aus Quellen oder artesischen Brunnen versorgt wird, im Winter stets eine höhere und zu allen Zeiten eine gleichmässigere Temperatur hat, als dasjenige, was aus einem Fluss oder grossen Bach bezogen wird. Anderseitig kann, wenn in einer Stadt nur eine kleine Menge Kanalwasser vorhanden ist, dasselbe nicht auf einer so hohen Temperatur gehalten werden, als in einer Stadt, in welcher die Masse des Kanalwassers grösser ist, da in der kalten Jahreszeit die Berührung mit der Luft auf eine kleine Quantität viel mehr, als auf eine grosse Masse wirkt.

Herr W. Hope erhielt im Jahre 1869 auf der Lodge-Farm z. B. am 26. Januar den ersten Schnitt Raygras, im vorhergehenden Jahre (1868) dagegen wurde der erste Schnitt auf demselben Stück erst am 12. März genommen. Man sollte übrigens, äusserte sich derselbe in Bezugnahme hierauf, das Kanalwasser stets anwenden, wenn anscheinend gar kein Wachsthum vorhanden ist, denn der Grund und Boden kann, wenn er nicht etwa vorher mit Kanalwasser übermässig gefüllt wurde, während des Winters alles das, was die Pflanzen nicht gebrauchen, aufbewahren. Dem Umstande der intensiven Winterbewässerung schreibt Herr Hope die vielmaligen und reichen Ernten des Raygrases zu. Die folgende Tabelle giebt nun die Temperatur des Croydoner Kanalwassers, welches nach Beddington und Süd-Norwood fliesst. Aus dieser Tabelle ersieht man, dass zur Frostzeit das Kanalwasser eine hohe Temperatur hat, welche es während seines Fliessens über das Land nach und nach verliert. Ferner hat man gefunden, dass wenn die Temperatur der Luft höher ist, als die des Kanalwassers, und besonders bei sonnigem Wetter, das Kanalwasser, während es über das Land fliesst, an Temperatur zunimmt. In diesem Falle bewirkt die Berieselung mit Kanalwasser eine Ermässigung der

Temperatur des Bodens. Der Werth der Temperatur ist so gross, dass er bei Bewässerungsanlagen nicht gleichgiltig bleiben kann.

Noch von grösserer Wichtigkeit ist die Kenntniss, dass bei Mangel an Wärme die Wirkungen derselben grösstentheils dadurch hervorgebracht werden können, dass man der Strömung des Kanalwassers eine grössere Geschwindigkeit giebt. Erfahrungsgemäss ist hier Bewegung gleichbedeutend mit Wärme. Hieraus ergibt sich, dass man bei Anlage von Bewässerungen dieser Art den tiefer gelegenen Flächen eine grössere Neigung geben muss, als denjenigen, welche das Rieselwasser zuerst bekommen.

Beobachtungen auf den Berieselungsfeldern.

Datum	Zu Croydon.								Zu Süd-Norwood.				Bemerkungen.
	Lufttemperatur für Zeit und Ort des Versuches.	Temperatur des der Stadt zugeführten Wassers.	Temperatur des Kanalwassers			Lufttemperatur		Regenhöhe in Zollen.	Lufttemperatur.	Temperatur des Kanalwassers			
			in den Filtern.	während es über das Land fließt.	nachdem es das Land verlassen hat.	Maximum.	Minimum.			in den Filtern.	während es über das Land fließt.	nachdem es das Land verlassen hat.	
1865.													
Februar.													
13.	+0,9	+8,4	+10,2	—	—	—0,4	—3,6	—	—1,3	+2,7	+1,8	+1,8	+)
14.	—	—	—	—	—	+0,4	—9,8	—	—0,4	+4,0	+3,1	+0,4	
15.	—	—	—	—	—	+1,3	—5,8	—	—1,8	+3,6	+3,6	+0,4	
16.	+0,4	+8,4	+ 9,6	+7,6	+0,9	+3,6	—1,8	—	+0,9	+3,6	+3,1	+0,9	+)
17.	*)	+8,4	+ 7,6	—	—	+3,6	—1,3	0,47	+0,9	+3,1	+2,7	+2,7	
18.	+4,0	—	+ 7,6	—	—	+6,2	+1,3	0,10	+4,0	+3,6	+3,1	+3,1	
20.	—	—	—	—	—	+2,7	—5,3	—	+0,4	+3,6	+1,3	+1,3	
21.	0	—	+ 7,6	+7,6	+1,3	+1,8	—1,3	0,08	+1,8	+3,1	+2,7	+0,4	
22.	+3,1	+8,9	+ 8,4	—	—	+6,7	+1,3	—	+4,9	+3,6	+3,6	+4,0	
23.	+8,2	+9,3	+ 8,4	—	—	+8,9	+4,4	—	+7,1	+4,0	+4,0	+5,8	
24.	+4,4	+9,3	+ 7,3	—	—	+6,7	—0,9	0,58	+4,9	+4,4	—	—	
25.	+5,6	+9,1	+ 8,2	—	—	+8,0	+1,3	—	+5,8	+4,0	—	+5,3	
27.	+6,2	+9,1	+ 8,2	—	—	+9,3	+3,6	—	+6,2	+4,4	—	+6,2	
28.	+8,4	+9,1	+ 8,0	—	—	+8,4	+2,7	—	+7,1	+4,9	—	+7,1	

*) Schneefall.

†) Es liegt Schnee.

Datum	Zu Croydon.								Zu Süd-Norwood.				
	Lufttemperatur für Zeit und Ort des Versuches.	Temperatur des der Stadt zugeführten Wassers.	Temperatur des Kanalwassers			Lufttemperatur		Regenhöhe in Zollen.	Lufttemperatur.	Temperatur des Kanalwassers			
			in den Filtern.	während es über das Land fließt.	nachdem es das Land verlassen hat.	Maximum.	Minimum.			in den Filtern.	während es über das Land fließt.	nachdem es das Land verlassen hat.	
März.	1.	+6,7	+9,1	+8,0	—	—	+8,0	+3,6	—	+6,7	+4,4	—	+5,8
	2.	+7,1	+9,1	+8,0	—	—	+7,1	—0,9	0,19	+6,7	+4,9	—	+6,7
	3.	+5,6	+9,1	+9,1	—	—	+8,0	—5,3	—	+5,8	+4,4	—	+5,8
	4.	+5,6	+9,3	+8,7	—	—	+7,1	—0,9	0,16	+6,2	+4,7	—	+5,8
	6.	+4,0	+9,3	+8,2	—	—	+4,0	—0,4	0,24	+3,6	+4,4	+4,0	+3,6
	7.	+4,0	+8,9	+8,2	—	—	+5,3	3,6	—	+3,6	+4,0	+3,6	+3,6
	8.	+4,0	+8,9	+8,2	—	—	+5,3	0,9	—	+3,1	+4,0	+3,6	+3,6
	9.	+3,3	+8,9	+8,4	—	—	+5,8	—1,3	0,06	4,0—0,4	+4,0	+3,6	+3,6
	10.	+5,8	+9,1	+8,4	—	—	+4,9	+0,4	0,12	4,9—2,2	+4,0	+4,0	+4,9
	11.	+4,9	+8,9	+8,4	—	—	+5,8	+0,4	0,03	4,9—1,3	+4,4	+3,0	+4,0
	13.	+3,1	+9,1	+8,7	—	—	+6,7	0	—	+4,0	+4,4	+4,4	+4,9
	14.	+3,6	+8,9	+8,4	—	—	+4,9	+0,4	—	+3,1	+4,4	+4,4	+4,0
	15.	+2,7	+9,1	+8,4	—	—	+3,1	0	—	+2,7	+4,4	+3,6	+2,9
	16.	+4,2	+9,3	+8,7	—	—	+5,8	—2,2	—	+4,9	+4,4	+4,9	+6,2
	17.	+4,9	+9,1	+8,7	—	—	+6,2	—3,1	—	—	—	—	—
	18.	+5,3	+9,1	+8,4	—	—	+4,4	+0,4	—	+7,6	+4,4	—	—
	20.	+0,7	+9,1	+8,7	—	—	+1,3	—3,6	—	4,4—0	+4,2	+3,6	+3,1
	21.	+3,1	+9,1	+8,7	—	—	+4,0	—1,8	—	9,8—0,9	+4,2	+4,0	+4,9
	23.	+4,9	+9,3	+8,4	—	—	+5,3	—4,4	—	—	—	—	—
	24.	+5,3	+9,3	+8,9	—	—	+5,8	—4,9	—	—	—	—	—
	25.	+5,3	+9,8	+9,3	—	—	+5,8	—0,4	—	—	—	—	—
27.	+4,9	+9,6	+8,9	—	—	+4,4	—4,0	—	—	—	—	—	
28.	+3,3	+10,2	+9,3	—	—	+7,6	—3,1	—	—	—	—	—	
30.	+6,7	+10,2	+9,3	—	—	+7,1	—2,7	—	—	—	—	—	
31.	+12,0	+9,8	+9,3	—	—	+11,6	+5,3	—	—	—	—	—	
April.	1.	+10,7	+9,3	+8,9	—	—	+10,7	—1,3	—	—	—	—	—
	3.	+10,7	+9,6	+9,3	—	—	+12,0	+1,8	—	—	—	—	—
	4.	+12,4	+9,6	+9,3	—	—	+13,3	+2,7	—	—	—	—	—
	5.	+11,6	+9,6	+9,1	—	—	+12,0	+6,7	0,09	—	—	—	—
	6.	+12,4	+9,6	+9,3	—	—	+14,7	+5,3	—	—	—	—	—
	7.	+13,3	+9,6	+9,1	—	—	+15,1	+3,6	—	—	—	—	—
	8.	+15,6	+9,6	+9,4	—	—	+19,1	+2,2	—	—	—	—	—
	10.	+15,6	+9,6	+9,8	—	—	+19,6	+2,2	—	—	—	—	—
	11.	+15,1	+9,7	+9,3	—	—	+18,2	+2,7	—	—	—	—	—
	1866.												
	Jan. 20	+8,9	+8,9	—	+7,6	+7,8	+8,4	+4,0	—	—	—	—	—

Eine unschätzbare Erfahrung bei der Benutzung des Kanalwassers zur Bewässerung ist wohl die, dass dasselbe fast sofort, wenn es mit dem Boden in Berührung kommt, einen unzweifelhaften Reinigungsprozess durchmacht und nach dem Grade der wiederholten Benutzung zuletzt natürlich an Qualität und Quantität verringert und verkleinert, klar und rein abfließt. Die Reinigung des Kanalwassers und folglich die Aufnahme seiner Dungstoffe durch Pflanzen und den Boden findet stets und immer zu allen Jahreszeiten vollständig statt. Es kann daher dieser Vorgang der Reinigung nicht allein der mechanischen Aufnahme des Kanalwassers durch den Boden zugeschrieben werden, denn wäre dies der Fall, so müsste dieser Process der Reinigung aufhören, sobald die Poren des Bodens mit dem Kanalwasser oder selbst mit Wasser, wie bei Regenwetter, gefüllt sind. Doch zeigt die Erfahrung, dass bei Regenwetter, selbst wenn die Menge des Kanalwassers grösser, und das Land vollständig von demselben angefüllt ist, die Reinigung ebenso gut, wie zu jeder andern trockenen Zeit stattfindet. Die Reinigung des Kanalwassers ist jener werthvollen Eigenschaft zuzuschreiben, welche jede Bodenart in grösserem oder geringerem Umfange besitzt, nämlich der Verwandtschaft der Bestandtheile des Bodens zu den düngenden Stoffen des Kanalwassers, durch welche dieselben zurückgehalten werden, bis die Pflanze sie braucht. Schwere Bodenarten, wie Lehm- und Thonböden, haben eine viel grössere Verwandtschaft zu diesen düngenden Stoffen, als reiner Sandboden, und man kann es diesen Eigenschaften mit zuschreiben, dass Lehm- und Thonboden sich mehr als jeder andere Boden durch Fruchtbarkeit auszeichnet, wenn er mit Kanalwasser behandelt wird. Bei der Verwendung von Kanalwasser erfüllt mithin der Boden eine dreifache Aufgabe: Die Dungstoffe aus dem Wasser auszuziehen, einen Theil davon an die Pflanzen abzugeben, und den Rest für deren künftigen Bedarf aufzubewahren. Hiermit erklärt sich auch der Prozess der absoluten Reinigung, indem durch diese genannten Eigenschaften, den Dungstoff zu fixiren, das Wasser geklärt wird. Thatsache ist es, dass schwere Böden, welche mechanisch weniger aufsaugend sind als leichte oder sandige Böden, das Kanalwasser ebenso wirksam reinigen als letztere. Das ordnungsgemäss abgerieselte Kanalwasser zeigte in allen Fällen

der vom Verfasser in England besichtigten Anlagen eine durchaus klare Färbung ohne jeglichen Geruch. Dasselbe hatte einen milden, faden Geschmack und war vom Flusswasser grosser Ströme kaum zu unterscheiden. Bei Untersuchungen in Croydon bezüglich hierauf, fand man in runden Zahlen folgendes Ergebniss: An fremden Bestandtheilen enthielt das Wasser der Londoner Wasserwerke 21 Gran per Gallone, das Kanalwasser in Croydon vor seiner Verwendung 39 Gran und nach seiner Verwendung 23 Gran. Hierbei ist noch zu bemerken, dass beim Berieseln eine gewisse Quantität Wasser verdunstet, mithin die in ihm fehlenden Bestandtheile concentrirter erscheinen. In einigen Fällen, wie z. B. in Croydon wurden mit dem abgerieselten Kanalwasser Mühlenwerke getrieben. Dasselbe floss in einen das Kirchspiel durchfliessenden Bach, den Wandle, dessen Wasser eine durchaus klare und schöne Färbung hatte, obgleich in den Ableitungsgräben nach diesem Bache sich eine sehr üppige Wasserpflanzen-Vegetation entwickelt hatte, ein Beweis von der noch grossen Fruchtbarkeit des bereits klar laufenden Rieselwassers. Verfasser hat hiernach die feste Ueberzeugung, dass sogar noch dieses Wasser, namentlich zur Bewässerung tief liegender natürlicher Wiesen mit ausserordentlichem Erfolge zu verwenden wäre. Ebenso war dieses Wasser, wie schon erwähnt, vollständig geruchlos, so dass auch hierin wiederum ein Moment gefunden wird, welcher in Bezugnahme auf den Gesundheitszustand der umliegenden Gegenden von grossen Folgen sein dürfte. Man kann sich im Allgemeinen nicht an den Gedanken gewöhnen, dass der Reinigungsprocess des Kanalwassers durch die Bewässerung ein so ausserordentlicher ist; man glaubt, es ist sonderbar, dass selbst Leute von Fach noch immer diesen Glauben hegen, dass die Umgebung derartiger Bewässerungsanlagen mit der Zeit einen Herd von Krankheiten erzeugen, trotzdem die jährlich gemachten Erfahrungen, nach denen wir uns nun einmal richten müssen, gerade das Gegentheil beweisen. Selbst bei den Anlagen in England, wie z. B. auf der Camp-Farm bei Aldershott, wo das Kanalwasser nur einen verhältnissmässig kleinen Weg durch die Kanäle zu passiren hat und viele Stoffe, die sich in denselben lösen sollen, noch nicht einmal den vollständigen Process dieser Lösung durchgemacht haben, ist beim Austritt desselben aus dem Hauptkanal in die sogenannte Kothschleuse verhältniss-

mässig wenig Geruch zu verspüren. Ein Theil des Croydoner Kanalwassers wird sogar, obgleich diese Anordnung geändert werden soll, durch einen offenen Kanal in die Bewässerungsfelder geführt. Die Stoffe waren in diesem Kanal, der für einen Zuleitungskanal ein ziemlich starkes Gefälle hatte, vollständig gelöst. Das Kanalwasser hatte eine grauliche Färbung; selbst unmittelbar an diesem Zuleitungskanal war von einem auffallenden Geruch nicht die Rede. Bei bewegter Luft konnte man auf weitere Entfernung an der Windseite nichts verspüren. Der sich unmittelbar an diesen Zuleitungskanal, da, wo das Kanalwasser in die verschiedenen Vertheiler der Bewässerungsfläche trat, in kleinen Quantitäten abgesetzte Rückstand, namentlich auf den Sohlen der Zuleiter und unmittelbar um die Rieselrinnen, war im trockenen Zustande fast geruch- und geschmacklos. Derselbe zeigte in diesem Zustande eine schwarze Färbung; bestimmt erkennbare Bestandtheile irgend eines festen Stoffes der im Kanalwasser mannichfach enthaltenen Ingredienzien waren nicht zu erkennen, vielmehr machte diese Masse den Eindruck einer brüchigen, mürben Substanz. Aehnlich wie hier verhielten sich diese Erscheinungen mehr oder minder bei allen andern Anlagen wie z. B. auf der Lodge-Farm, Norwood, Aldershott, Warwick, Rugby, Birmingham etc., die der Verfasser besichtigt hat.

Ueber die hierauf Bezug habenden Gesundheitsverhältnisse im Allgemeinen giebt namentlich Herr Baldwin Latham als Mitglied der Commission von Croydon und Umgegend einen sehr eingehenden Bericht. Er stellt darin, bezüglich der Sanitäts-Verhältnisse der Stadt Croydon fest, dass nach erfolgter Kanalisation dieser Stadt der Gesundheitszustand ein äusserst günstiger geworden ist. Die mittlere Sterblichkeit der Stadt Croydon war in 7 Jahren vor Einrichtung der sanitären Werke 23,66 pr. 1000 und in 13 Jahren nach ihrer Vollendung war die Sterblichkeit 18,64 pr. 1000 gewesen, mithin eine Verminderung von 5,02 pr. 1000 pro Anno. Die Sterblichkeit im Jahre 1848 betrug 28,16 pr. 1000 und im Jahre 1867, 16,6 pr. 1000. Im Jahre 1848 bestand die Einwohnerzahl in 19380 Seelen, im Jahre 1867 dagegen in 50750; es hatte sich also die Einwohnerzahl um 160% vermehrt und die Sterblichkeit um 40% vermindert. Zwischen diesen extremen Perioden, nachdem die Werke vollendet und in geregelten Betrieb gekommen sind, war die mittlere Einwohnerzahl in 13 Jahren, anfangend mit dem Jahre 1855, 37375.

Wenn man den mittlern Lebensgewinn von 5,02 pr. 1000 mit der mittleren Einwohnerzahl in Tausende und mit der Anzahl Jahre zusammen multiplicirt, erhält man $37375 \times 5,02 \times 13 = 2439$ Leben gespart. Von dieser Zahl würden $\frac{6}{10}$ oder 1464 Erwachsene oder Personen über 20 Jahre sein und wahrscheinlich $\frac{1}{10}$ Altersschwache. Nach diesem Abzug blieben immer noch 1317 Leben in der vollen Lebenskraft gewonnen. Bringt man nun die Anlagekosten in Verbindung mit den gewonnenen Leben, so erhält man den Geldwerth dieser Anlagen; zuvörderst:

Ankauf von freiem Lande (freehold Land) 50,000 Lstr.

Bau der Werke 70,000 „

Kanäle, Kanalisierung, Berieselungsanlagen,
öffentliche Badeanstalten, Schlachthäuser
und andere in Bezugnahme auf öffentliche
Gesundheitspflege ausgeführte Verbesse-
rungen 75,000 „

Summa 195,000 Lstr.

Dagegen:

2439 Begräbnisse durchschnittlich gespart à Lstr. 5

Lstr. 12,159 — Shill.

$2439 \times 25 = 60,795$ Krankheitsfälle à 1

Lstr. verhindert „ 60,975 — „

1317 Arbeitswerthe à Lstr. 19. 20 Shill. in

$6\frac{1}{2}$ Jahren „ 166,328 5 „

Lstr. 239,998 5 Shill.

Diese Zahlen zeigen, dass in Croydon in der kurzen Zeit von 13 Jahren als Folgen der Anlage dieser Werke eine Summe resultirt, die um 25% die Totalkosten derselben übersteigt.

Obgleich es nun hier versucht worden, Geldwerth gegen Menschenleben zu halten, muss doch anerkannt werden, dass ein Menschenleben unschätzbar ist und dass das Faktum: 2439 Menschenleben gewonnen zu haben, ein lebendiger Beweis der unendlichen Vortheile dieser sanitären Werke ist. Diese Berechnung erreicht noch nicht die Höhe des ganzen Gewinns. Die Mittelwerthe geben nicht den vollen Gewinn, wenn die Bevölkerung sich stark vermehrt und die Sterblichkeit ebenso stark abnimmt; es sollte auch erwogen werden, wie gross die wahrscheinliche Zunahme der Sterblichkeit gewesen wäre, wenn die

ursprünglichen Zustände bis zur Gegenwart geblieben wären, denn die Sterblichkeitstabellen vor Anlage der sanitären Werke und sanitären Vorsichtsmassregeln zeigen eine allmälige Zunahme. Trotz aller Vortheile aber, die durch Anlage dieser sanitären Werke erreicht worden sind, darf man doch nicht übersehen, dass die ersten Bestrebungen unserer sanitären Reformatoren durch die Verunreinigung der Flüsse und Wasserläufe des Landes vereitelt worden sind. Dieser immer mehr und mehr um sich greifende und wachsende Uebelstand des Systems ist durch die Benutzung des Kanalwassers zur Bewässerung gehoben worden und jene faulenden Stoffe, die unsere Flüsse und Wasserleitnngen verpesten, können mittelst eines natürlichen Processes aus dem Strom der Vernichtung in eine Richtung gelenkt werden, welche den Wohlstand der Nation nur auf das grossartigste vermehren kann. Die Resultate der Kanalwasser-Berieselungen sind erstaunlich. Kräftige und gesunde Pflanzen erzeugen sich, grosse und vieltragende Aehren entstehen, während das schlammige Kanalwasser zu verhältnissmässig reinem Wasser verwandelt wird.

Folgende Analyse giebt das Resultat. Dieselbe ist von Dr. Oddling; eine Zusammenstellung von Proben, die jede viertel Stunde während 24 Stunden am 23. und 24. November 1867 genommen wurden. Das Kanalwasser überrieselte zur Zeit 30 Acres Land, auf welche dasselbe continuirlich in nahe zu zwei Tagen geflossen war. Die Menge, welche in 24 Stunden über dieses Areal floss, war 3274300 Gallonen und das abfliessende Wasser nach der Reinigung betrug 2245200 Gallonen, so dass $31\frac{1}{2}$ Procent des ganzen Volumens verloren ging. Da das Land vor diesem Experimente vollständig gesättigt war, so kann man wohl annehmen, dass 15,75 Procent oder die Hälfte des ganzen Verlustes der Verdunstung durch die Pflanzen und von der Wasseroberfläche zukommt. Dieses würde zur Verdichtung solcher Unreinigkeiten beitragen, die im abfliessenden Wasser bleiben, im Verhältniss zur Abnahme des Volumens. In der Analyse zeigt die dritte Spalte das Resultat, welches man durch Verdichtung des Wasserquantums erhält:

(Siehe die umstehende Tabelle.)

	Wasser in Croydon unmittelbar im Brunnen. Nov. 1867.	Croydon. Kanalwasser nach der Reinigung Nov. 1867 durch Berie- selung.	Wasser von Croydon auf denselben Zustand der Verdichtung gebracht wie das Kanal- wasser.
	Gran pr. Gallone.	Gran pr. Gallone.	Gran pr. Gallone.
Fester Rückstand im Ganzen	21,777	26,180	25,233
Mineralische Stoffe . . .	21,409	25,025	24,807
Flüchtige Stoffe	0,368	1,155	0,426
Kochsalz	1,454	3,400	1,684
Ammoniak	0,032	0,042	0,037
Stickstoff in Form von Am- moniak	0,026	0,032	0,030
Stickstoff in Form v. Oxyd	0,243	0,419	0,281
Stickstoff als organ. Stoff	0,002	0,144	0,0023

Ein Vergleich zwischen der zweiten und dritten Spalte zeigt, wie nahe sich das Kanalwasser dem reinen Trinkwasser, wie dasselbe nach der Stadt kommt, genähert hat. Beachtungswerth ist, dass das ganze Quantum organischer und flüchtiger Stoffe in dem abfliessenden Wasser, nachdem dasselbe über das Land vertheilt worden, geringer ist, als die mittlere Quantität in dem Trinkwasser von irgend einer der bestehenden Wasser-Compagnien Londons. Es kann deshalb mit Sicherheit behauptet werden, dass Kanalwasser nach solcher Reinigung geeignet ist, in jedem Fluss oder Wasserlauf ohne Nachtheile eingeleitet zu werden.

Wir bemerken, dass die Analyse des Kanalwassers während einer für das System sehr ungünstigen Periode des Jahres gemacht wurde. Aus alledem geht hervor, dass die Anwendung des Kanalwassers zur Bewässerung des Landes, verbunden mit seiner Reinigung, sich äusserst günstig erwiesen hat. Zweifel sind nur entstanden hinsichtlich der Wirkung bei grösserer Vertheilung des Kanalwassers über ausgedehnte Areale in der unmittelbaren Nähe grosser Städte. Jedoch stellt sich das Resultat der Verwendung des Kanalwassers für den Landbau in sanitärer Hinsicht ebenso günstig. Nach Untersuchungen in Norwood, welches sein Berieselungs-Areal unmittelbar

an einem bewohnten Distrikt belegen hat, hat während der drei Jahre, dass das Kanalwasser auf dieses Areal geleitet worden ist, eine Sterblichkeit und zwar 1865 von 18,17 1866 von 15,13, 1867 von 14,21 pr. 1000 stattgefunden, während dasselbe Areal aber inclusive entfernterer Localitäten während derselben Periode die respectiven Sterblichkeiten von 21,26, 20,04 und 16,60 pr. 1000 gehabt hat. Es scheint also, dass das schnelle Wachsthum der Pflanzen, die Assimilation von stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Stoffen sammt dem Freiwerden grosser Volumen Sauerstoff mittelst der Pflanzen als Gegenmittel angesehen werden können gegen die Kräfte, welche sonst verderblich in ihren Wirkungen sein würden. (Siehe *Inaugural Address of Baldwin's Latham C. E. delivered before the society, January 20, 1868, upon subjects of importance to the profession more especially on the results of sanitary engineering.* London, E. & F. Spon. 1868.)

III. Die Technik der Bewässerungsanlagen.

Die hauptsächlichsten Methoden, welche man in England für die zweckgemässe Vertheilung des Kanalwassers über die Felder zur Anwendung gebracht hat, sind nun folgende:

1. Durch tiefliegende eiserne Röhren und spätere Vertheilung durch Schläuche und Spritzen (*Under ground pipes and hose and jet distribution*). Dieses System kann wohl als das älteste bezeichnet werden, dessen sich schon früher einige englische Landwirthe bedienten, um Dünger in flüssiger Form über die Felder zu vertheilen. Schon Anfangs der 50er Jahre gingen der in landwirthschaftlicher Beziehung hoch renommirte Herr J. J. Mechi auf seiner Farm Teptree-Hall, so wie Herr Kennedy auf seiner Farm Myer-Mill bei Maybole in Ayrshire damit vor, den gesammten Hofdünger in flüssiger Form für ihr ganzes Areal und für sämtliche Früchte, die sie darauf bauten, zu benutzen, und auf diese Weise das bisher befolgte Dungwesen völlig umzugestalten. Es wurde dazu namentlich der von den verschiedenen Viehsorten auf den Gütern erhaltene Harn benutzt. Dazu kamen noch andere Düngungsmittel, wie Gaswasser und Guano, letzterer natürlicher-

weise ebenfalls in Wasser aufgelöst, die diesen Harn- und Jauchemassen beigemischt wurden. Zu dieser Mischung wurde eine 8—10fache Menge Wasser zugesetzt, und diese verdünnte Masse durch Röhrenleitungen in die Felder geführt, dort mittelst Hydranten wieder an die Oberfläche gebracht und durch Schläuche auf den Feldern entsprechend vertheilt. Da sich nach diesen in der ersten Zeit ihrer Aufnahme viel besprochenen Versuchen eine verhältnissmässig grössere Anzahl englischer Landwirthe fand, welche dieses System ebenfalls adoptirten, so war es natürlich, dass sich bei den ersten Versuchen, das Kanalwasser der Städte zur flüssigen Düngung, resp. zur Bewässerung der Felder auszunutzen, dasselbe auch hierbei zur Anwendung kam.

Bei der grösseren Verbreitung jedoch, die nach und nach die Kanalwasser-Bewässerungen fanden, bei den grösseren Flächen, die naturgemäss durch den ununterbrochenen Zufluss des Kanalwassers veranlasst, ausgebaut werden mussten, stellten sich sehr bald die Mängel dieses Systems heraus. Sie bestehen namentlich darin, dass zuvörderst die Ausführung desselben bedeutende Geldmittel erfordert, welche im grossen Maassstabe eine Durchführung beinahe unmöglich macht, zweitens jedoch, dass sich auch in technisch-landwirthschaftlicher Beziehung die Mangelhaftigkeit dieses Systems herausstellte. Ein Hauptmangel ist namentlich der, bei der Vertheilung durch Röhrenleitungen und Schläuche auch stets den genügenden Druck in den Leitungen haben zu müssen, der im Stande ist, das Wasser in einer beträchtlichen Höhe über die Oberfläche des Feldes zu vertheilen, denn im alleräussersten Falle sind bei diesem Röhrensystem, abgesehen von der zur Ueberwindung des Reibungswiderstandes in den Leitungen nöthigen Druckhöhe meist noch 10 Fuss Druckhöhe nöthig, um das Land zu besprengen. Beim Pumpen ist dieser Druckhöhe wegen eine erhöhte Betriebskraft erforderlich, und da man im Allgemeinen annimmt, dass die Ausgabe für Brennmaterial der Höhe proportional gesetzt werden kann, und man bei der Vertheilung durch Röhrenleitungen das Kanalwasser immer höher als das Land heben muss, so kann dieses System nicht so billig sein, als ein solches, in welchem man das Kanalwasser nur bis zur Terrainhöhe zu heben braucht.

Der grösste Vorwurf, welcher jedoch dieses System trifft, ist derjenige, dass es nicht in allen Jahreszeiten anwendbar ist.

Wie schon erwähnt, befinden sich in den Feldern in passender Entfernung von einander Hydranten, an welche man Schläuche befestigt, die das Kanalwasser zu vertheilen haben. Diese Schläuche muss man natürlich bei der Vertheilung über die Oberfläche des Landes hinziehen, daher ist selbstverständlich, dass dieses System nicht gut anwendbar ist, wenn die Frucht eine gewisse Höhe des Wachstums erreicht hat, indem sie durch die darüber weggezogenen Schläuche beschädigt wird. Ferner zeigen sich im Winter bei dieser Vertheilung noch die erheblichsten Schwierigkeiten. Man geht nun allmählig augenblicklich in England überall von diesem System ab; ja sogar die englischen Landwirthe, die dieses System eingerichtet, und die doch nur mit kleinen Massen Dungwasser zu thun haben, verlassen dasselbe ebenfalls nach und nach.

Die zweite Methode zur Verbreitung des Kanalwassers ist nun die durch offene Gräben verschiedener Grösse und Lage (*Distribution by carriers*). Es nähert sich dieses System vollständig dem unseres deutschen Wiesenbaues, nur mit dem Unterschiede, dass im Allgemeinen grössere Berieselungsflächen innerhalb des Systems construiert werden. Es kommen drei Arten oder Abweichungen dieses Systems zur Anwendung. Das erste wird Auffange-System (*catchwork-system, catch-water-system*) genannt und repräsentirt nach unseren deutschen Begriffen den Hangbau. Dasselbe wird im ausgedehntesten Maasstabe bei ziemlich stark kuppigten Terrains zur Anwendung gebracht, besteht in einer Reihenfolge von übereinanderliegenden Gräben, welche meistens in den Horizontalkurven des Terrains construiert werden. Das Kanalwasser fliesst aus den höchstgelegenen Vertheilungsgräben, wohin dasselbe meistens durch unterirdische eiserne Röhrenleitungen von grösserem Durchmesser entweder durch natürlichen Druck oder durch Hebung pr. Dampfkraft geschafft wird (siehe Tafel I., den Bewässerungsplan von Warwick), über die Ränder derselben auf das Land in die unterhalb liegenden niedrigeren Rinnen ab, von diesen wieder in die folgenden, bis es die niedrigsten erreicht hat, und somit auf dem tiefsten Punkt des Feldes angelangt, in klarem Zustande in einen Abzugsgraben fällt. (Siehe Tafel II. Fig. 2.) Wenn also bei diesem Bau das Kanalwasser in *a* eintritt, so fliesst es nach *b* und *c* und wird durch *e* abgeführt. (Siehe auch Taf. I., den Bewässerungsplan von Warwick, Abth. Nr. 7, 10, 11.)

Die Breite der durch die Horizontallinien gebildeten Hänge ist verschieden, im Durchschnitt 30—50 Fuss. Einen bestimmten regelmässigen Hangbau hat Verfasser bei keiner Anlage gesehen; im Gegentheil schmiegt man sich so viel wie möglich dem Terrain an und ebnet auf sehr sorgfältige Weise die natürlichen unregelmässigen Hänge. Auch ist das Gefälle, was man demselben giebt, sehr verschieden. Man scheint auch hierin nicht sehr heikel zu sein, indem ich bei den verschiedenen Bauten dergleichen Hänge von 1:12—1:20 sogar bis zu 1:4—5 gefunden habe. Die Kosten der Herstellung sind sehr verschieden. Sie schwanken je nach dem Umfange der Planirungsarbeiten von 2—25 Lstr. pr. Acre.

Das zweite namentlich in Anwendung für Felder mit geringerer Neigung wird Beet-System (*bed-system*) nach unseren deutschen Begriffen Beet-Bau genannt. Eine andere Benennung dieses Systems in England ist auch Rücken- und Furchensystem (*ridge and furrow*). Bei diesem System wird das Land in einer Reihe von Rücken und Furchen bearbeitet, indem man die Erde der Seitenhänge gegen den Scheitel des Rückens bringt. Das Kanalwasser fliesst aus einer meistens horizontal oder mit sehr geringem Gefälle auf der Höhe des Rückens angelegten Rieselrinne von beiden Seiten herab. Die Breite dieses Rückenbaues ist im Allgemeinen von jeder Seite 40 bis 50 Fuss, da man darauf Rücksicht nehmen muss, dass nach Aberntung einer oder der andern Frucht der Acker zur Vorbereitung einer weiteren Kultur wieder dem Pfluge anheim fällt. Auf mehreren Anlagen, namentlich auf der Lodge-Farm ist dieses System in grösster Ausdehnung zur Anwendung gebracht. (Taf. II., Fig. 4 zeigt diese Anordnung.) Aus der Aufnahmerinne *a* fliesst das Kanalwasser in die Ableitungsrinne *b* u. s. w. Auf undurchlässigem Boden hat man unterhalb der Ableitungsfurchen *b* noch in einer Tiefe von 3—4 Fuss Drainstränge gezogen, um ein Stagniren des Wassers an diesen Punkten, namentlich bei geringen Gefällverhältnissen, zu verhindern. Das Gefälle, welches man diesem Rücken gegeben hat, ist ungemein verschieden. Auch hier richtet man sich viel nach der Terrainlage. Verfasser hat diese Gefälle von 1:20 (Lodge-Farm) bis zu 1:120 angetroffen.

Herr Hope auf der Lodge-Farm hielt diese Art und Weise der Vertheilung des Kanalwassers für die vortheilhafteste und einfachste, namentlich die Anordnung möglichst egal breiter

Rücken und mit genau ausgeglichenen einheitlichen Gefällen. Er sucht die Vortheile derselben namentlich in der mehr gleichmässigen Vertheilung des Kanalwassers zur regelrechten Bewässerung der Pflanzen und in der sich wiederholenden gleichmässigen Beackerung des Landes mit besonderer Rücksicht auf Dampfkultur. Die Kosten dieses Baues variiren zwischen 5 und 20 Lstr. pr. Acre je nach den Terrainschwierigkeiten, die zu überwinden sind.

Herr Hope berechnet dagegen dieselben mit Zuhülfenahme des Dampfpluges, der vorzugsweise das Aufwerfen der Rücken auf leichte Weise bewerkstelligen soll, auf 1—3 Lstr. pr. Acre.

Das dritte System, ebenfalls eine Art unausgebildeten Rückenbaues, anwendbar in Terrains mit sehr geringen Gefällen, wird Furchen-System (*pane and gutter*) genannt. Es ist dieses System eine Nachbildung der Bewässerungsbauten in Piemont und der Lombardei, und besteht darin, dass in der Richtung des steilsten Gefälles, in Zwischenräumen von 30—66 Fuss, Vertheilungsrinnen construirt werden, denen aus dem Zuleitungsgraben, welcher diesen Rinnen quer vorliegt, das Kanalwasser zugeführt wird. Dasselbe wird durch, von Zeit zu Zeit angebrachte Staubrettchen, die täglich je nach Umständen drei- bis viermal versetzt werden, gezwungen, sich über das Land rechts und links zu ergiessen. Die Bewässerungsfelder sind ausserdem in bestimmte Abtheilungen getheilt, in denen von Abtheilung zu Abtheilung, wiederum kleine Zuleitungsgräben das aus den Rieseln bis dort hinströmende Kanalwasser fassen und abermals auf genannte Weise weiter vertheilen, dessen Rest, schliesslich klar abgerieselt, in den Ableitungsgraben abläuft. Tafel II., Fig. 3 zeigt die Anordnung einer solchen Anlage. Dieses System ist namentlich in grossem Massstabe in Croydon und Norwood zur Anwendung gekommen. Tafel II., Fig. 1 versinnlicht den Plan der auf diese Weise bewässerten Felder zu Norwood. (Siehe speciell die Beschreibung der Anlagen zu Norwood, so wie den Bewässerungsplan von Warwick Tafel I., Abth. 5, 6, 12—15.)

Nach Herrn Latham's Ansicht soll dieses System das einfachste und wirksamste sein, indem man das Kanalwasser zu allen Zeiten der Pflanze mit Leichtigkeit zuführen kann. (Letzteres gilt wohl auch bei guter Anlage von den beiden anderen Systemen.) Es erfordert vor allen Dingen eine äusserst sorgfältige Planirung des Landes, da jede Unebenheit das Wasser

aufhält und ein Stagniren desselben dem Wachsthum der Pflanzen schädlich wird.

Im Allgemeinen richtet sich wohl der gesammte Bewässerungsbau nach der Lage des Terrains und den verschiedenen Gefällverhältnissen, welche die Anwendung der einen oder andern Art vorschreiben. Dass nun in Bezugnahme auf den Anbau der verschiedenen Früchte, welche bewässert werden sollen, kleine Aenderungen in der Leitung des Kanalwassers vorgenommen werden müssen, versteht sich von selbst. So unter Anderem empfiehlt sich auf streng abgeglichenen Flächen mit bestimmtem Hauptgefälle, welche für Grasbau im Furchensystem bewässert werden, auch die sogenannte Furchenbewässerung, hauptsächlich für Hackfrüchte. So zeigt uns Tafel II., Fig. 5 die Art und Weise, wie Hackfrüchte auf der Camp-Farm bei Aldershott bewässert werden. Es werden 10—12 Zoll breite kleine Rücken gepflügt, deren Seitenfurchen bei ca. 8 Zoll oberer Breite und 6 Zoll Tiefe abgeglichen und für den Lauf des Kanalwassers bequem gemacht werden. Es ist hierbei Grundsatz, dass das Kanalwasser die Pflanzen nicht berühren darf, da in diesem Falle ein zu geiles Wachsthum unausbleiblich wäre. Die feinen Saugwurzelchen, namentlich der Knollengewächse und Rüben finden durchweg das sich in den Furchen bewegende Kanalwasser, und auf diese Weise werden ganz erfreuliche Resultate, sehr grosse Exemplare von Rüben, Zwiebeln, Kohl und anderweitigem Gemüse erzielt. Das Heranbringen der Kanalwassermassen auf die zu berieselnden Flächen geschieht, wie schon gesagt, jetzt meistens durch unterirdische eiserne Röhren, welche, wie z. B. in Warwick, Rugby, das Kanalwasser in einfach gemauerte Fangschleusen ergiessen, von welchen aus dasselbe durch die Zuleitungsgräben über die Felder vertheilt wird. Tafel III., Fig. 1 und 2 zeigen die Construction solcher grösseren massiven Vertheilungsschleusen. Kleinere Schleusen, je nach der Situation (Tafel III., Fig. 3, 4, 5, 6), werden zur weiteren Vertheilung des Kanalwassers in den Zuleitungsgräben angebracht. Das Profil dieser Zuleitungsgräben schwankt zwischen 2—3 Fuss mittlerer Breite bei 1—1½ Fuss Tiefe und hat weiter nichts Eigenartiges. Die Rieselrinnen oder Furchensind 8—10 Zoll breit und 6 Zoll tief. Herr Ingenieur Latham bedient sich in neuerer Zeit namentlich beim Furchen- und Beet-System thönerner Röhren, welche mit länglichen Seitenöffnungen

(Schlitzen) versehen das Kanalwasser über die Fläche vertheilen. Blecherne Staubrettchen werden an den bestimmten Punkten zwischen die Stösse dieser Röhren geschoben und vermitteln auf diese Weise die gleichmässige Vertheilung (Tafel III., Fig. 7, 8, 9). Die Röhren haben 6—8 Zoll Durchmesser und werden in zwei verschiedenen Formen angefertigt. Einmal in halber Röhrenform mit Schlitzen an den Seiten, und zweitens in beinahe voller Röhrenform mit einer Abflachung auf der einen Seite, in welcher diese schlitzförmigen Oeffnungen oben angebracht sind. Diese Röhren haben eine Länge von 2 Fuss 3 Zoll und sind aussen und innen glasirt. Sie werden in die Zuleitungsrinnen stumpf an einander gelegt, so dass die dünnen blechernen Staubrettchen, wenn nöthig dazwischen geschoben werden können. Bei neu angelegten Bewässerungsarbeiten, namentlich in leichten sandigen Bodenarten, gewähren sie einen entschiedenen Vortheil, da das Zufallen und Zuwehen der kleinen Gräbchen nicht mehr zu fürchten ist und gleich von Anfang an dem Kanalwasser eine regelmässige Vertheilung gestattet wird. Im Ganzen dürfte jedoch diese Anordnung für grössere Flächen etwas theuer zu stehen kommen. In Norwood sah Verfasser diese theilweise durchgeführt (Tafel III., Fig. 9). Da wo nun auf mehr undurchlässigem Boden ein etwaiges Stagniren des Wassers zu befürchten wäre, hat man sich durch Drainage geholfen, welche diesen Uebelständen bekannterweise sofort abhilft. Besonders dürfte wohl beim Beet- und Furchen-System dieselbe überall Anwendung finden. Das aus den Röhren strömende Drainwasser wie z. B. in den Anlagen zu Rugby ist klar und rein, in den Röhren nicht die Spur eines etwaigen Rückstandes zu finden.

Da es neuerdings Princip ist, das Kanalwasser möglichst unverfälscht auf die Flächen zu bringen, so hat man auch keine besonderen Filtervorrichtungen nöthig und wo dieselben noch bestehen, gehen sie nach und nach ein. Beim Austritt aus den Stadtkanälen tritt das Kanalwasser in eine grössere Kothschleuse, welche vergitterte Durchlässe besitzt, um schwerer zersetzbare Stoffe, wie Holzspäne, Lumpen, Reisig u. s. w., aufzuhalten und vom eigentlichen Kanalwasser zu trennen.

Die Menge des Kanalwassers nun, welche einer bestimmten Bewässerungsbodenfläche pro Jahr zugeführt werden kann, ist

bisher in England der Gegenstand vieler Streitigkeiten gewesen, da die Bewässerungen nicht alle zum Grasbau, sondern auch theils zum Hackfrucht-, Getreide- und vorzugsweise zum Gemüsebau in Anwendung kommen. Deshalb ist es wohl natürlich, dass die zu verwendende Menge des Kanalwassers im Verhältniss zu diesen verschiedenen Früchten schwankt. Nimmt man jedoch den Grasbau als massgebend an, und erwägt man die Menge des verwendeten Kanalwassers zur Jahresproduction von vielleicht 30—40—50 tons pr. Acre, so kann man hieraus zu einem bestimmten Durchschnittssatze der zu verwendenden Menge gelangen. Im Allgemeinen nimmt man in England an, dass 5000—6000 tons (100,000 bis 120,000 Ctr.) nöthig sind, um das genannte Quantum Gras zu erzielen. Es würde dies eine jährliche Stauhöhe von 109,192 Centimeter pr. Jahr und 0,299 Centimeter pr. Tag oder 90135 Cubikfuss pr. Jahr und pr. Morgen repräsentiren. Ingenieur Latham äussert sich über diesen Punkt in seinem bereits mehrfach angezogenem Werkchen folgendermassen:

„Wahrscheinlich ist der richtigste Weg, die Menge des Kanalwassers für eine bestimmte zu bewässernde Fläche zu finden der, den ganzen Betrag der Bestandtheile in den erzielten Ernten zu ermitteln“. Latham bezieht sich namentlich in dieser Beziehung auf Untersuchungen J. v. Liebig's, der gezeigt hat, dass, wenn der Boden reiner Sand ist, und das Kanalwasser sämtliche für das Wachsthum der Pflanzen nöthigen Stoffe liefern soll, — es ist hier vorzugsweise von italienischem Raygrase die Rede — 2430 tons nöthig sein würden, um 4 tons Heu zu erzeugen. Wenn dagegen der Boden an und für sich reich an Kali ist, so dass er das der Pflanze nöthige Kali zur Hälfte liefert, so würden 1255 tons für 4 tons Heu genügen. „Da jedoch“, fährt Latham fort, „die auf einem berieselten Felde erzielte Menge Heu die von Herrn v. Liebig angenommenen 4 tons bedeutend übersteigt, so wird der Betrag von Kanalwasser, der auf einem gegebenen Felde benutzt werden kann, auch entsprechend grösser sein. Hält man es für wünschenswerth, so viel Kanalwasser zuzuführen, als für das Wachsthum der Pflanze nöthig ist, ohne auf die Bodenkraft zu rechnen, so ist es klar, da 20 tons berieseltes Gras 4 tons Heu geben und diesen 4 tons Heu 2430 tons Kanalwasser entsprechen, dass, um 30 tons Gras zu erzielen, 3645 tons Kanalwasser pr. Acre und Jahr nöthig sein werden, für 40 tons Gras 4860, für 50 tons 6075 Kanalwasser. Liefert

dagegen der Boden die Hälfte des nöthigen Kali, so werden nur die halben Mengen Kanalwasser erforderlich sein“.

„Wenn nun 40 tons Gras pr. Acre (508 Ctr. pr. Morgen) sehr leicht auf einer gut eingerichteten Rieselfläche erzeugt werden können, und es nicht angeht, den Boden in irgend einer Art zu erschöpfen, so mögen 4860 tons pr. Acre als der richtige Betrag des Kanalwassers angenommen werden, d. h. wenn man voraussetzt, dass das Kanalwasser denselben Gehalt hat, als das Londoner bei trockenem Wetter. Die Kanalwasser-Menge für trockenes Wetter lässt sich nur nach der Wasser-Versorgung ermitteln, und man thut daher gut, die einem Acre zuzuführende Quantität Kanalwasser auf den Normalwerth der beitragenden Personenzahl zurückzuführen, weil bei grösserer Verdünnung auch eine grössere Menge zur Erzielung desselben Erfolges nöthig sein wird. Man kann es fast als genau annehmen, dass der Inhalt der Londoner Kanäle bei trockenem Wetter der zugeführten Wassermenge gleich ist, was bei 30 Gallonen gleich 4,4 Cubikfuss pr. Kopf und Tag 48,88 tons geben würde, oder nach den vorigen Ermittlungen würde ein Acre Land zur Erzeugung von 40 tons Gras das Kanalwasser von 100 Personen nöthig haben. Diese Rechnung stimmt vollständig mit den zu Croydon gemachten Erfahrungen überein und ebenso mit den Versuchen der bereits mehrere Male erwähnten Königl. Commission, welche zu dem Schluss kam, dass 5000 tons Kanalwasser jährlich das richtige Mass zur Erzielung der grössten Resultate wäre“.

Da diese Menge Kanalwasser auch mit der Annahme anderer Autoritäten wie Hr. W. Hope, Lodge-Farm, Hr. Marriage, Croydon-Farm, Hr. Clifford, Warwick, und vor allen Dingen mit den Untersuchungen in Rugby übereinstimmt, daher als eine ausreichende für den Grasbau bezeichnet wird, für andere Fruchtarten und Culturen jedoch verschieden abweichende Mengen von Kanalwasser zur Verwendung gebracht werden, so kommen wir auf dies Verhältniss noch oft bei der Besprechung der Culturen der einzelnen Gewächse zurück. Für unsere norddeutschen Verhältnisse dürfte diese Menge wegen des kleineren jährlichen Regenfalls nicht ausreichend sein, wie im VI. Abschnitt nachgewiesen werden soll.

IV. Die unter Benutzung des Kanalwassers in England angebauten Gräser und Fruchtarten.

(Cultur-Berichte.)

Da nun das Kanalwasser ein Dünger ist, der sich fortwährend und zu allen Jahreszeiten erzeugt und unmöglich mit Vortheil nur zur Benutzung in gewissen Jahreszeiten aufbewahrt werden kann, so liegt es auf der Hand, dass man für seine Anwendung bestimmte Cultur-Systeme einrichten muss, so wie die dazu geeigneten Fruchtarten mit Sorgfalt ausgewählt werden und erfahrungsgemäss auf einander folgen müssen. Es scheint nun von Hause aus natürlich, dass man die flüssige Düngung vorzugsweise für Grasländereien (natürliche Wiesen) anzuwenden hätte. Jedoch haben die englischen Erfahrungen bewiesen, dass ihre Anwendung nicht ganz in der Weise geschehen kann, wie man sie bisher bei Bewässerungsarbeiten anderer Art zur Ausführung gebracht hat, da namentlich der starke Dunggehalt des Kanalwassers für den eigentlichen Rieselwiesen-, resp. Rieselgrasbau eher hinderlich, als nutzbar war und nicht die Resultate geliefert hat, die man Anfangs erwartete. Es hat sich herausgestellt, dass die Anwendung des Kanalwassers auf sogenannte natürliche Wiesen (*meadow-land*) schwierig ist, namentlich weil dieselben, wenn auch in Abtheilungen bewässert, nicht das ganze Jahr hindurch eine Bewässerung vertragen und zweitens, weil die eigentliche Wiesenvegetation, das Gemisch verschiedenartiger hoch und niedrig wachsender Gräser und Pflanzen mit der Zeit eine Aenderung erfährt, und nur einige besonders schnell und hochwachsende Gräserarten das Terrain behaupten. Die Versuche, die mit Kanalwasser-Bewässerung natürlicher Wiesen in England wohl als massgebend betrachtet werden können, sind namentlich in Rugby und auf den Craigentenny-Wiesen bei Edinburg gemacht worden.

Es hat sich in Rugby evident herausgestellt, dass nach mehrjähriger Anwendung des Kanalwassers nur noch zwei bis

drei Arten und zwar hochwachsende Gräser auf den betreffenden Wiesen zurückgeblieben sind. Diese Gräser bestanden namentlich in Knaulgras (*Dactylis glomerata*), Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*), Honiggras (*Holcus lanatus*), und an höher gelegenen Rändern aus zerstückelten Beständen des gemeinen Rispengrases (*Poa trivialis*) in Verbindung mit zahlreicher Quecke (*Triticum repens*). Die so schätzbaren Leguminosen und andere werthvolle Wiesenkräuter waren verschwunden. Augenblicklich hat man auch aus diesen Umständen auf genannter Versuchstation die Berieselung dieser natürlichen Wiesen mit ursprünglichem Kanalwasser aufgegeben und sich nur auf den Anbau des italienischen Raygrases (*Lolium italicum*) beschränkt. Auffällig ist, dass namentlich die Quecke bei der Kanalwasser-Bewässerung so sehr überhand nimmt, und an den Punkten, wo der Gräserbestand schwach ist, das Land mit einer dichten unter allmählicher Vertreibung der sämtlichen andern edlen Gräser und Pflanzen überzieht. Diese Thatsache hat sich namentlich bei der unplanmässigen Bewässerung der Craigentenny-Wiesen im grossen Massstabe herausgestellt. Es ist dort fast wenig mehr zu sehen, als mächtige Bestände dieses Grases, welches nun auch nach und nach den früheren Bestand, namentlich die *Poa trivialis* verdrängt. Ein anderer Uebelstand ist darin gefunden worden, dass sich die im Kanalwasser in nicht sehr verdünntem Zustande befindlichen Dungstoffe theilweise in den dichten Grasbeständen an den betreffenden Blättchen der feinen und dichten Untergräser festsetzen und auf diese Weise das Wachsthum derselben in hohem Grade beeinträchtigen. Es ist mithin die Erfahrung gewonnen, dass nur aus der Klasse der Gräser, schnelle und hochwachsende sich für diese Bewässerung eignen und bedeutende Erträge bringen. Die Resultate in Rugby mit Bewässerung von Wiesengräsern sind folgende:

Menge von gewöhnlichem Wiesengrase, welches bei Rugby im Durchschnitt von 3 Jahren pr. Acre erzielt wurde.

		Gras.		Heu.	
		Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.
Ohne Berieselung		186	24	66	88
Berieselt mit Ctr. pr. Acre	60,000	445	63	101	89
	120,000	606	62	115	51
	180,000	652	15	129	52

Folgende wichtige Gesichtspunkte sind bei diesen Versuchen besonders hervorzuheben:

1. Durch Kanalwasser-Bewässerung in den Wintermonaten lässt sich ein sehr früher Schnitt im nächsten Frühjahr ermöglichen; es ist jedoch die Zunahme der Production durch die Winterbewässerung verhältnissmässig gering zur verwandten Quantität Kanalwasser;
2. der Zeitraum, in dem Ueberfluss an grünem Futter vorhanden ist, wird durch Kanalwasser-Bewässerung von Anfang der eigentlichen Vegetationsperiode bis Ende derselben von beiden Seiten bedeutend verlängert. Dieser Ueberfluss steigert sich, je grösser die Menge des Kanalwassers war, die zur Verwendung kam bis zum Maximalquantum von 9000 tons pr. Acre;
3. eins der Versuchsfelder gab einen viel geringeren Ertrag pr. Acre ohne Kanalwasser wie ein anderes. Die Bodenuntersuchung (Analyse) ergab, dass dessen Bodenbestandtheile schlechter waren; unter dem Einfluss jedoch von reichlicher Kanalwasserbehandlung gab dieses Feld völlig den gleichen Ertrag als wie das fruchtbarere Feld im natürlichen Zustande;
4. wenn man für die beiden Versuchsfelder den dreijährigen Durchschnitt nimmt, dann war der erhaltene Ertrag ohne Kanalwasser ca. $9\frac{1}{4}$ tons grünes Gras pr. Acre und Jahr, gleich ca. 3 tons Heu; mit 3000, 6000 und 9000 tons Kanalwasser pr. Acre und Jahr betrugen die Erträge respective $22\frac{1}{4}$, $30\frac{1}{4}$ und $32\frac{1}{2}$ tons grünes Gras gleich resp. 5, $5\frac{3}{4}$ und $6\frac{1}{2}$ tons Heu;
5. die höchsten Erträge wurden im dritten Jahr der Versuche erreicht und zwar mit 9000 tons Kanalwasser pr. Acre und Jahr, in einem Felde 35 tons und in dem andern 37 tons grünes Gras gleich resp. 6 tons $12\frac{3}{4}$ cwts. und 7 tons 5 cwts. Heu;
6. die mittlere Zunahme für jede 1000 tons Kanalwasser betrug, wenn 3000 tons pr. Acre und Jahr verwandt wurden, ca. 5 tons grünes Gras; bei 6000 tons 4 tons $2\frac{1}{2}$ cwts.; und bei 9000 tons 3 tons $3\frac{1}{4}$ cwts.;
7. die Production pr. Acre war um so grösser, je grössere Quantitäten Kanalwasser zur Anwendung kamen; aber die Zunahme der Production für eine gegebene Menge Kanal-

wasser war um so kleiner, je grösser die Berieselungsmassen waren.

Neuerdings hat ein Herr John Hart einen Apparat erfunden, welcher auf mechanischem Wege eine gewisse Klärung des Kanalwassers herbeiführen soll, um dasselbe auch für die Bewässerung natürlichen Graslandes ohne die besprochenen Nachteile benutzen zu können. Wir kommen noch später im Abschnitt VI. auf diesen Apparat zurück. Dasjenige Gras nun, welches sich vorzüglich für Kanalwasserbewässerungen bewährt hat und von dem die grössten Ernten erzielt werden, ist nun entschieden das italienische Raygras (*Lolium italicum*). Taf. V.

Die Eigenschaften dieses Grases sind für jene Cultur wie geschaffen. Unter allen Gräsern giebt es kein Gras, welches sich von der Besamung an so schnell entwickelt, und wenn es seinen ihm zusagenden Boden gefunden hat, so hohe Erträge giebt, wie das italienische Raygras. Es gedeiht am besten in fruchtbarem, jedoch nicht undurchlässigem Boden, namentlich wenn ihm durch Düngung, respective flüssige Düngung nachgeholfen wird. Das Gras dauert länger als zwei Jahre, allein im dritten Jahre lässt die Bestockung und somit auch der höhere Ertrag nach, deshalb ist es als dauerndes Wiesengras weniger werth, aber im reinen Zustande auf Felder angebaut oder im Kleeegrasgemenge desto mehr zu empfehlen, weil es durch seine schnelle Entwicklung und Bestockung wesentlich zu grossen Heuerträgen beiträgt. Es kann im Herbst sowohl, wie im Frühjahr gesäet werden. Zur ersteren Saat kann man in nördlichen Klimaten nicht gut rathen, da es, allein angebaut, überhaupt hiesige Winter schwer überdauert, es müsste denn sein, dass die neuere Benutzung der Bewässerung mit Kanalwasser diesen Umstand ausgleicht. Es ist bedeutend empfindlicher, wie das sogenannte englische Raygras (*Lolium perenne*), jedoch bestockt es sich im Frühjahr fast ebenso schnell und reichlich, so dass man auch mit der Frühjahrssaat reichliche Erträge erzielt. Man nimmt als Saatquantum pro preussischen Morgen nach bisherigen Verhältnissen ca. 30—40 Pfund an und walzt den Samen nach der Saat fest ein. Schon innerhalb fünf Tagen erscheint es, bestaudet sich auch ohne Bewässerung gleich so stark, dass es Ende Mai schon, 3 Fuss hoch, in Blüthe steht, und, wenn es nicht Samen tragen soll, geschnitten werden kann. Es treibt von Natur viel Halme, die meistentheils ohne Aus-

läufer aus einer Wurzel entspringen und schlank in die Höhe wachsen. Hier im nördlichen Deutschland (auf einer früheren landwirthschaftlichen Versuchsstation) zu Hohenstein bei Danzig im April gesäetes italienisches Raygras gab ohne Bewässerung resp. Bejauchung pro Morgen in zwei Schnitten

Ende Juni und Mitte September . . . 17,500 Pfd.

Der Nachgrasschnitt im October betrug . . 900 „

Zusammen 18,400 Pfd.

grüne Masse.

Das Grummetheu von einem der Versuchsstücke von 72 □Fuss wog 3 Pfd., mithin pr. Morgen 1080 Pfd. Seine nährenden Bestandtheile kommen denen des englischen Raygrases gleich, jedoch ist das Heu ungleich schöner, zarter und weicher. Bei Versuchen mit Bejauchung wurden 4 Schnitte gewonnen. Ein Abweiden ist nicht räthlich, da es wie alle Gräser, die keine feste Narbe bilden, das Abbeissen nicht gut verträgt und im späteren Ertrage nachlässt. Gegenversuche mit englischem Raygras (*Lolium perenne*) gaben pro preuss. Morgen in 3 Schnitten nur 12,900 Pfd. grüne Masse, mithin war der Ertrag von jenem ein Drittheil grösser.

Dieses Gras wird nun in England für die in Rede stehenden Bewässerungs-Culturen hauptsächlich angebaut und giebt sehr hohe Erträge. Die Menge desselben, welches auf den gut berieselten Feldern in Süd-Norwood während des Jahres 1868 gewachsen ist, war über 50 tons oder 1000 Ctr. pr. Acre (635 Ctr. pr. Morgen). Unter gewöhnlichen Umständen kann man auf 40 tons oder 800 Ctr. pr. Acre (508 Ctr. pr. Morgen) rechnen und da zu Croydon dieses Gras an Ort und Stelle mit 17—20 Shill. pr. ton (10 Sgr. pr. Ctr.) bezahlt wird, so kann man den Jahresertrag auf 30—40 Lstr. pr. Acre oder 130—170 Thlr. pr. Morgen rechnen.

Es werden jährlich 6, ja, in manchen Jahren sogar 10 Schnitte genommen. Die folgenden Zahlen zeigen die Länge der aufeinanderfolgenden Schnitte von diesem Grase, die zu Süd-Norwood im Jahre 1867 gewonnen sind:

erster Schnitt	35 Zoll.
zweiter „	40 „
dritter „	42 „
vierter „	32 „

fünfter Schnitt 24 Zoll

sechster „ 14 „

Im Ganzen 187 Zoll

oder 15 Fuss 7 Zoll engl. = 15 Fuss 1½ Zoll preuss.

Herr Hope äusserte sich über die Cultur dieses Grases mit Benutzung von Kanalwasser folgendermassen:

„Das italienische Raygras muss um die Mitte oder gegen das Ende des Monats August gesäet werden, und zwar 3 Bushel (2 Schffl. preuss.) pr. Acre. Denselben Herbst sollte dann ein leichter Schnitt genommen werden, welcher ausserdem, dass er einen kleinen Gewinn abwirft, auch die Wirkung hat, dass man die ersten dünnen und zarten Blättchen los wird, welche die jungen Pflanzen aus dem Samen aufschliessen lassen. Es wird sich hiernach eine kräftigere Vegetation erzeugen, die der Winterkälte trotzt und befähigt ist, in möglichst früher Zeit im folgenden Frühjahr einen Schnitt zu geben. Nach diesem Schnitt im Herbst muss das Gras mit einer Kanalwassermenge von ca. 400 tons pr. Acre und pr. Monat bewässert werden, welches eine totale Bewässerungsmenge für die folgenden vierzehn Monate von etwas mehr als 5000 tons (5600) pr. Acre giebt“.

„Wann nun der erste Schnitt im folgenden Frühjahre genommen wird, hängt natürlich sehr von der Länge und der Strenge des Winters ab. Im Jahre 1869 fand z. B. der erste Schnitt, den man auf der Lodge-Farm nahm, am 26. Januar statt, im vorhergehenden Jahre wurde der erste Schnitt am 12. März gemacht“.

„Uebrigens hat (wie auch schon im 2. Abschnitt unserer Abhandlung angedeutet wurde) die Winterbewässerung mit Kanalwasser ganz besondere Vorthelle, indem die Pflanzen trotz des geringen Wachsthums vielmehr Dungstoffe verbrauchen, als man es, ohne Erfahrung über diesen Punkt zu haben, glauben sollte. Viele sind der Meinung, dass man das Kanalwasser während harten Frostes und Schnees nicht verwenden könnte, ohne die Gewächse zu beschädigen. Dies ist jedoch entschieden nicht der Fall. Das Kanalwasser befindet sich stets über dem Gefrierpunkt und das Zusammentreffen desselben mit den Pflanzen muss deshalb stets von wohlthätiger Wirkung sein, indem es dieselben, wenn nicht anders, doch vor Kälte schützt. Aus diesem Grunde gehen der Jahreszeit des Wachsthums nur kräftige junge Pflanzen ent-

gegen, die freigebig während des Winters ernährt wurden und die darnach streben, üppig empor zu schiessen, sobald durchschnittlich wärmeres Wetter eintritt“.

„Hieraus lässt sich auch die grössere Anzahl der Schnitte, die das italienische Raygras während eines Jahres giebt, genügend erklären“.

„Es ist nun Thatsache, dass einzelne Felder im vergangenen Jahre auf der Lodge-Farm nicht weniger als 10mal gemäht wurden, und es ist anzunehmen, dass das italienische Raygras überhaupt bei verständiger Behandlung überall im Süden Englands 10 Ernten gewähren kann“.

„Ferner ist beobachtet worden, dass in der Haupt-Vegetationsperiode (Mai, Juni, Juli) dieses Grases dasselbe in den ersten Tagen nach dem Schneiden durchschnittlich jeden Tag einen Zoll wächst und dieses Wachsthum pr. Gewicht durchschnittlich für jeden Zoll an Höhe ca. eine halbe Tonne pr. Acre beträgt. Die Frühjahrsschnitte kann man durchschnittlich auf 20—24 Zoll Höhe veranschlagen, so dass diese 10—12 tons wiegen, ehe die Pflanze zu schossen anfängt. Es muss noch erwähnt werden, dass man, um gute Resultate zu erzielen, die Felder, welche ital. Raygras tragen sollen, in verschiedene Abtheilungen eintheilt, so dass sie nach der Reihenfolge geschnitten werden können, bevor sie beginnen Samen anzusetzen. Obgleich nun dieses Ziel nicht immer zu erlangen ist, so lässt es sich doch annähernd ausführen. Auf diese Weise kann man leicht 8—10 Schnitte des Jahres erhalten, die an Gewicht sich ca. auf 7—12 tons stellen würden. Es ist nun nicht zu leugnen, dass man auf der Lodge-Farm bis jetzt nicht über 71 tons pr. Acre hinaus gekommen ist, aber dies liegt wohl daran, dass das Kanalwasser nicht in genügender Menge verwendet, und das Gras auch nicht immer in den passenden Monaten gesäet wurde. Der ausserordentliche Ertrag nun, der auf diese Weise vom italienischen Raygrase erlangt werden kann, weist darauf hin, dass diese Pflanze die grösste Menge des Kanalwassers absorbiren kann. Diese Eigenschaft giebt daher einen Anhalt zur Bestimmung der Minimallandfläche, auf der das Kanalwasser einer Stadt während eines Jahres verwendet werden könnte. Doch muss man nicht glauben, dass das italienische Raygras alle die Dungstoffe, die im Kanalwasser vorhanden sind, vollständig

verbraucht, da letzteres die Pflanzennährstoffe in einem andern Verhältnisse enthält, als sie das italienische Raygras bedarf“.

„Wie man nun die noch im Boden vorhandenen reichlichen Dungstoffe nach dem Anbau von Raygras am besten benutzt, darüber müssen noch vielfältige Erfahrungen gesammelt werden. Im Jahre 1863 wurden in der Lodge-Farm ausserordentlich reiche Haferernten von einem Stück Land gewonnen, welches vorher 4000 tons Kanalwasser pr. Jahr empfing und 71 tons Raygras pr. Acre geliefert hatte. Die Kraft und Ueppigkeit des Wachstums des Hafers war von solcher Art, dass man daraus entnehmen konnte, dass offenbar damit noch nicht der Bestand an Dungstoffen gänzlich erschöpft war. Doch ist leider dieser Versuch noch unvollständig geblieben, da das Stück Land wiederum zum Grasbau benutzt wurde. Nach meiner Meinung würde die Kartoffel das geeignetste Gewächs sein, welche auf Raygras im nächsten Jahre folgen könnte“.

„Wir machten mit dieser Frucht einige Versuche, dieselbe bei geeigneter Bestellung mit Kanalwasser zu behandeln, hatten auch Knollen von grosser und wohlschmeckender Beschaffenheit erzielt, jedoch könnte leicht die grosse Fruchtbarkeit des Kanalwassers den Erfolg haben, dass die Kartoffeln mehr ins Kraut schössen und weniger Knollen erzeugten, deshalb sind sie sicherer in zweiter Tracht ohne Bewässerung nach Raygras zu nehmen. Ob nun eine schwere Kartoffelernte im Stande sein würde, den noch vom Raygras übrig gebliebenen ganzen Rest von Dungstoffen zu erschöpfen, darüber liegen ebenfalls noch keine sicheren Erfahrungen vor. Aber angenommen, dass sie dies könnte, so würde man finden, dass die Grundfläche des Landes, auf welche das Kanalwasser einer Stadt verwandt werden kann, wenigstens doppelt so gross sein muss, als das kleinste Areal für Raygras, welches in einem Jahre wächst“.

Höchst interessant sind die Versuche, welche seit einer Reihe von Jahren in Rugby durch die Königliche Commission für die „Sewage-Utilisation“ gemacht worden sind. Diesen umfassenden, anregenden Versuchen verdanken besonders jetzt viele kleine Städte ihre lohnenden „Sewage-Farms“.

Die Versuche erstrecken sich namentlich

1. auf die anzuwendende Menge des Kanalwassers pr. Acre für natürliche Wiesen (*meadow-land*), wie bereits erwähnt, ferner auf italienisches Raygras und Getreide;

2. auf Zunahme der Productionsfähigkeit des mit Kanalwasser bewässerten Bodens, im Gegensatz zu unbewässertem;
3. auf die Zunahme des Nahrungsstoffes im bewässerten grünen Grase und Heu, im Gegensatze zu unbewässertem durch Fütterungsversuche in Bezugnahme auf Milchergiebigkeit und Mastungsfähigkeit.

Da diese Versuche so reichhaltig sind, dass deren Aufzählung die, für diese erste Abhandlung über diesen Gegenstand gesteckten Grenzen weit überschreiten würde, so seien nur einige wichtige Versuchsarbeiten, welche mit *italienischem Raygrase* gemacht wurden, erwähnt, um verschiedene Kanalwassermengen in ein Verhältniss zur Production zu bringen.

Im September 1863 wurde ein Feld, dass vorher mit Stallung gedüngte Futterwicke getragen hatte mit *italienischem Raygrase* angesäet. Das Gras hatte sich egal bestaudet und war gut durch den Winter gekommen, ohne eine Bewässerung erhalten zu haben.

Im folgenden Frühjahr wurden 3 Parcellen von gleicher Grösse abgetheilt. No. 1 sollte ohne Bewässerung bleiben. No. 2 sollte mit 3000 und No. 3 mit 6000 tons Kanalwasser pr. Acre und Jahr bewässert werden. Der Zufluss des Kanalwassers war jedoch während des Jahres nur schwach, so dass Ende October No. 2 nur 787 tons und Nr. 3 1522½ tons erhalten hatten.

Folgende Tabelle enthält nun das Ergebniss:

1. des Quantum Kanalwassers;
2. der erhaltenen Erträge;
3. der Zunahme derselben in Gestalt von grünem Gras und trockenem Heu.

(Siehe die umstehende Tabelle.)

I.	Ohne Kanal- wasser	Mit Kanalwasser		II.	Ohne Kanal- wasser	Mit Kanalwasser	
	Feld 1.	Feld 2.	Feld 3.		Feld 1.	Feld 2.	Feld 3.
Verwendetes Kanalwasser pr. Acre.				Raygras pr. Acre während jedes einzelnen Mts.			
	tons	tons	tons		T. C. Q. P.	T. C. Q. P.	T. C. Q. P.
April	„	„	48	April	3 4 1 21	4 3 1 22	3 15 3 15
Mai	„	152,1	257,6	Mai	1 17 2 23	— — —	1 11 1 7
Juni	„	178,0	354,7	Juni	8 18 0 22	7 1 1 27	6 9 3 13
Juli	„	218,1	43,1	Juli	— — — —	5 16 3 21	6 10 2 21
August	„	120,8	163,4	August	2 0 1 13	1 14 1 13	3 0 2 10
Septbr.	„	60,1	219,9	Sept.	0 9 2 7	0 13 1 6	1 12 0 11
Octbr.	„	58,1	75,9	Octbr.	0 6 0 9	1 5 3 16	2 3 0 12
Summa		787,2	1522,6	Summa	16 16 0 19	20 15 1 21	25 3 2 5
III. Raygras pr. Acre in jedem einzelnen Schnitte.				IV. Total-Production pr. Acre.			
	T. C. Q. P.	T. C. Q. P.	T. C. Q. P.	Gr. Gras	16 16 0 19	20 15 1 21	25 3 2 5
1.	5 2 0 16	4 3 1 22	3 15 3 15	Als Heu	4 18 3 8	5 5 0 16	5 12 2 11
2.	8 18 0 2	7 1 1 27	5 14 0 3	V. Produktive Zunahme pr. Acre.			
3.	2 0 1 13	5 16 3 21	7 7 1 13	Gr. Gras	— — — —	3 19 1 2	8 7 1 14
4.	0 9 2 7	1 14 1 13	4 2 2 23	Als Heu	— — — —	0 6 1 8	0 13 — 3
5.	0 6 0 9	0 13 1 6	2 0 1 23	VI. Zunahme pr. 1000 tons verwendetes Kanalwasser.			
6.	— — — —	1 5 3 16	2 3 0 12	Gr. Gras	— — — —	5 0 2 25	5 9 3 17
Sa. III.	16 16 0 19	20 15 1 21	25 3 2 5	Als Heu	— — — —	0 8 0 4	0 9 0 5

Um das Quantum Heu dem grünen Grase „äquivalent“ zu bestimmen, ist die durch Versuche bestimmte Masse vollkommen trockener Substanz im Grase im Verhältniss von 84 : 100 vermehrt. Dies unter der Annahme, dass das Heu 84 pCt. trockener Substanz und 16 pCt. Feuchtigkeit enthalten würde.

Im Zollgewicht verhalten sich obige Summen wie umst. bezeichnet:

	Ohne Kanal- wasser	Mit Kanalwasser			Ohne Kanal- wasser	Mit Kanalwasser	
	Feld 1.	Feld 2. Ctr.	Feld 3. Ctr.		Feld 1. Ctr. Pfd.	Feld 2. Ctr. Pfd.	Feld 3. Ctr. Pfd.
Summa I.	„	15744,0	30452,0	IV. Total-Production pr. Acre.			
*)	tons.	tons.	tons.	Grünes Gras	335 —	415 —	505 —
Summa II.	(16 $\frac{3}{4}$)	(20 $\frac{3}{4}$)	(25 $\frac{1}{4}$)	Als Heu	98 75	105 25	112 50
	Ctr. Pfd.	Ctr. Pfd.	Ctr. Pfd.	V. Productive Zunahme.			
Summa III.	335 —	415 —	505 —	Grünes Gras	— —	80 —	160 —
				Als Heu	— —	6 25	13 75
*) 1 ton = 20 Ctr.; 1 cwt. = 100 Pfd.				VI. Zunahme pr. 1000 tons (20,000 Ctr.) verwandtes Kanalwasser.			
				Grünes Gras	— —	100 75	110 —
				Als Heu	— —	8 —	9 —

Als Anfangs April die Versuche ihren Anfang nahmen, war bereits das Gras so hoch gewachsen, dass ein erster Schnitt für nöthig befunden wurde, um die Rieselrinnen passend einzurichten und dieselben für eine Separatbewässerung von Nro. 2—3 entsprechend zu verändern. Es wurde deshalb nur wenig Kanalwasser vor Ende April gegeben und dies wenige nur auf No. 3. Die Wirkung des Kanalwassers ergab (so wie die zweite und dritte Abtheilung der Tabelle zeigt) hauptsächlich in den späteren Monaten und späteren Schnitten der Saison eine Ertragsabnahme und zwar sehr nahe im Verhältniss zu den verwandten Quantitäten Kanalwasser; das Totalverhältniss pr. Acre war, ohne Kanalwasser (obgleich sich das Feld in gutem Düngerzustande befand) etwas über $16\frac{3}{4}$ tons (335 Ctr.), mit 787 tons Kanalwasser etwas über $20\frac{3}{4}$ (415 Ctr.) und mit $1522\frac{1}{2}$ tons Kanalwasser nahe $25\frac{1}{4}$ tons (505 Ctr.) grünes Gras; oder wenn man in gleichmässigem Zustande von Trockenheit überhaupt als Heu rechnet, waren die Quantitäten äquivalent mit 4 tons $18\frac{3}{4}$ cwts. (98 Ctr. 75 Pfd.) 5 tons $5\frac{1}{4}$ cwts. (105 Ctr. 25 Pfd.) und 5 tons $12\frac{1}{2}$ cwts. (112 Ctr. 50 Pfd.) respective.

Die Zunahme der Production pr. Acre war nahezu 4 tons (80 Ctr.) grünes Gras bei der geringeren und nahezu 8 tons (160 Ctr.) bei der grösseren Bewässerung; obgleich die Zunahme von wirklich trockener Substanz nur durch $6\frac{1}{4}$ cwts. (6 Ctr. 25 Pfd.) und $13\frac{3}{4}$ cwts. (13 Ctr. 75 Pfd.) respective repräsentirt wird.

Die Zunahme für 1000 tons Kanalwasser (20000 Ctr.) war mit der geringeren Bewässerung 5 tons $\frac{3}{4}$ cwts. (100 Ctr. 75 Pfd.) und mit der grösseren nahezu 5 tons 10 cwts. (110 Ctr.) grünes Gras; aber die Zunahme der wirklich trockenen Substanz wird nur durch 8 cwts. (8 Ctr.) und 9 cwts. (9 Ctr.) repräsentirt; die Zunahme von wirklich trockener, fester Substanz ist deshalb eine nur kleine.

Das Hauptresultat ist aber, dass die Produktionszunahme fast ebenso gross, wenn nicht grösser, im Raygras war, wie in den meisten Fällen in derselben Jahreszeit im Wiesengras (Knaulgras, Honiggras, Wiesenschwingel, gemeines Rispengras, Quecke), bei welchem so viel grössere Quantitäten Kanalwasser zur Anwendung kamen (5—6000 tons pr. Acre), obgleich die Zunahme von trockener Substanz in Form von Heu gewöhnlich beim Wiesengras grösser war; d. h., das relative grössere Quantum

Kanalwasser, auf Wiesen gras verwendet, gab im Mittel eine grössere Zunahme von trockener oder fester Substanz für ein gegebenes Quantum Kanalwasser, als wie die viel kleineren Quantitäten, die auf Raygras verwendet wurden. Ausserdem ist noch anzuführen, dass die Zunahme beider von grünem Gras und von trockener Substanz in Form von Heu, auf No. 3 bedeutender war mit dem grösseren Quantum Kanalwasser, wie auf No. 2 mit dem geringeren Quantum.

Schliesslich ist die Kgl. Commission nach einer grossen Anzahl von Versuchen, welche theils zu Rugby, Warwick oder Croydon veranstaltet worden sind, auf folgende einfache Sätze gekommen: dass sowohl in Bezug auf Milchertrag als auf Gewichtszunahme, doch besonders in Bezug auf ersteren, ein Thier von gegebenem Gewicht mehr Ertrag gab, wenn man es mit Gras ohne Bewässerung, als wenn man es mit Rieselgras fütterte, und dass ein gegebenes Gewicht von frischem Grase ohne Bewässerung ausgiebiger war, als ein gleiches Gewicht von frischem bewässertem Grase; dass aber ein gegebenes Gewicht von in bewässertem Grase vorhandener trockener oder fester Masse mehr Ertrag gab, als ein gleiches Gewicht in nicht bewässertem Grase. Hieraus würde folgen, dass Heu von bewässertem Grase eine bessere Wirkung auf Fütterung und Milchertrag hat, als Heu von nicht bewässertem.

Ausser dem italienischen Raygras hat man auch mit einigen fremd eingeführten hochwachsenden Gräsern, wie mit dem *Bromus Schraderi* (*Ceratochloa australis*, Hornschwingel), so wie mit *Bromus odoratus* auf der Lodge Farm Kanalwasserbewässerungsversuche gemacht, ohne jedoch bis jetzt in die Augen springende Erfolge zu erzielen.

In Bezugnahme auf die Anwendung des Kanalwassers für Getreide (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais) muss auf die Menge und hauptsächlich auf die Zeit der Bewässerung die grösste Aufmerksamkeit verwandt werden; bei unzeitgemässer Anwendung schießt das Getreide zu sehr in den Halm, giebt zu viel Stroh, lagert sich sehr bald und setzt weniger Körner an. Die besten Ernten hat unstreitig der Hafer, mit Kanalwasser gedüngt, geliefert, wie die Versuche in Rugby ergeben haben.

Mit Verwendung von 500 tons Kanalwasser pr. Acre wurden auf der Lodge-Farm sehr gute Weizenernten gemacht und zwar durchschnittlich 5 Quarter (1 Quarter = 8 Bushels = 26 Scheffel $6\frac{1}{4}$ Metz preuss.) pr. Acre geerntet.

Im ersten Jahre, als man Versuche mit Kanalwasser auf Weizen machte, wählte man ein dem Boden nach ziemlich leichtes und kiesiges Stück Feld. Zwei Theile desselben wurden genau vermessen, der eine Theil ohne Bewässerung gelassen, der andere mit 500 tons Kanalwasser gedüngt. Jede Parcelle war 1 Acre gross. Der Erfolg war bemerkenswerth. Der unbewässerte Theil gab 3 Quarter 5 Bushel (= 19 Schffl. $1\frac{1}{2}$ Mtz. preuss.) und drei Fuhren Stroh; der bewässerte Theil gab, wie zu erwarten war, einen grösseren Strohertrag, $4\frac{1}{2}$ Fuhren, mithin 50 pCt. Zuwachs und 5 Quarter 3 Bushel (= 28 Schffl. $4\frac{1}{2}$ Mtz. preuss.) Körner. Hafer und Roggen haben ebenfalls einen grösseren Ertrag mit Kanalwasser gedüngt gegeben, als ohne dasselbe. Um aber einen weiteren Beweis von der Anwendung des Kanalwassers auf Getreide zu geben, sei noch ein kleiner Versuch angeführt, der mit Mais im Sommer 1868 gemacht wurde. Der Mais wurde erst Anfangs Juni gelegt und erhielt erst Mitte Juli eine Kanalwasser-Bewässerung, als er nach langer Dürre fast vertrocknet war. Nichtsdestoweniger wuchs er in den folgenden 33 Tagen 96 Zoll oder fast 3 Zoll jeden Tag und die meisten Kolben reiften mit grossem Körneransatz vollständig.

Kanalwasserdüngung für Hafer ist namentlich in Rugby seit mehreren Jahren zur Anwendung gekommen.

Bei einem Versuche wurden $135\frac{1}{2}$ tons Kanalwasser pr. Acre benutzt und eine Zunahme der Production von mehr als 5 pence pr. ton Kanalwasser erzielt*); bei 510 tons pr. Acre war die Mehrproduction $1\frac{1}{2}$ pence pr. ton Kanalwasser. Beide Versuche wurden in dem ungewöhnlich fruchtbaren Jahre 1863 und mit Kanalwasser von nahe zu doppelt des mittleren Gehaltes als dasjenige, welches in London in einer trockenen Jahreszeit zur Anwendung kommt, vorgenommen. Aus diesen Gründen ist es klar, dass die Resultate ganz aussergewöhnlich waren und wohl nicht ganz als maassgebend betrachtet werden können. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind 500 tons Kanalwasser pr. Acre ansreichend, um damit reiche Ernten zu erzielen. Bei beiden Versuchen fand eine Ueberproduction von Stroh statt und das Getreide hatte sich vollständig gelagert.

Höchst wichtig und ertragreich sind nun die Kanalwasserkulturen mit Hackfrüchten und Gemüsen aller Art. Man be-

*) Oder nahezu dreimal den Marktwert der Bestandtheile des Kanalwassers, angenommen dass diese ausgezogen und getrocknet worden sind.

wässert augenblicklich in England: Runkelrüben (Mangold), Zuckerrüben, Turnips, Pastinak, mehrere Sorten Kohl, Zwiebeln, Bohnen, Möhren, Canariensamen, Flachs und Futterkräuter, wie z. B. Luzerne und spät blühenden rothen Klee. Ueber letztere zwei Pflanzen liegen noch wenig Erfahrungen vor.

Runkel- und Zuckerrüben wurden zweimal, das erste Mal nach dem Aufgehen der Pflanzen, das zweite Mal im Monat Juli mit Kanalwasser bewässert. Auf der Lodge-Farm wurden mit 1000 tons Kanalwasser pr. Acre im Jahre 1868 51 tons (1020 Ctr.) pr. Acre Runkelrüben und mit der gleichen Menge Kanalwasser 30 tons (600 Ctr.) Zuckerrüben pr. Acre gewonnen. Erstere in England durchweg Mangoldwurzeln (*Beta vulgaris cicla*) genannt, werden auf allen Sewage-Farmen eifrig cultivirt und zwar meistentheils zum Wurzelgewinn, anderntheils auch zum Blattgewinn. Man unterscheidet hierbei zwei Arten, den gemeinen Mangold (römischen Kohl) und den dickrippigen Mangold. Der letztere liefert Spielarten mit weissen, gelben und rothen Rippen. Den gemeinen Mangold benutzt man auch als Schnittkohl, säet die Samen im Frühjahr bis gegen die Mitte des Monat Mai, in 10—12 Zoll von einander entfernten Reihen, deren Pflanzen schon nach 6—7 Wochen einen Schnittkohl geben und die Küche zu einer Zeit mit Gemüse versorgen, wo daran am meisten Mangel ist. Verpflanzt man die jungen Pflanzen der letzteren Art, so werden sie fussweise von einander gesetzt und liefern später viel Blattfutter. Im Jahre 1869 wurden auf der Lodge-Farm mit 1,100 tons Kanalwasser 52½ tons (1050 Ctr.) pr. Acre Runkelrüben gewonnen. Da von dieser Frucht namentlich viel Erfahrungen hinsichtlich seiner Bewässerung mit Kanalwasser vorliegen und diese Erfahrungen mehr oder weniger auf andere ähnliche Wurzelgewächse anzuwenden sind, so dürfte es zweckentsprechend sein, Herrn W. Hope's Ansichten und Erfahrungen hierüber zu hören. Wenn man annimmt, äusserst sich derselbe, dass 100 Personen nöthig sind, um 40 tons Ray-gras mit 5000 tons Kanalwasser zu erzeugen, so würden 1,100 tons für Runkelrüben verwendet, dem Kanalwasser von 22 Personen pr. Acre gleich sein; Hr. Hope ist jedoch der Ansicht, dass das doppelte Quantum Kanalwasser, also 2000 tons, nöthig ist, um damit 10—20 tons Runkelrüben mehr zu erzielen, wenn man auch im Uebrigen die Pflanze richtig cultivirt, und einen Verlust an Gewicht pr. Acre dadurch zu verhindern sucht, dass

man keine Lücken in dem Pflanzenreihen duldet. Gleich nach dem Verpflanzen rath derselbe eine starke Bewässerung mit Kanalwasser an. Will man die Pflanzen säen und später verziehen, so müsste gleich nach der Saat eine 2—3malige Bewässerung erfolgen. Eine weitere Ursache, um Verluste an Gewicht pr. Acre zu haben, ist die, dass viele Pflanzen in Samen schiessen, und keine Wurzel, so wie mangelhafte Blätter ansetzen. Nun mag es auf den ersten Blick wunderbar erscheinen, dass diese Eigenschaft vieler Pflanzen durch eine zur Zeit angepasste und richtige Bewässerung verhindert werden kann. Viele Pflanzen schiessen nämlich regelmässig im Sommer, wenn nach längerer Zeit plötzlich viel Regen fällt in Samen, da durch die trockene Zeit ihr Wachsthum theilweise gehemmt, durch den Regen wieder angeregt, leicht zwei verschiedene Richtungen annehmen kann, einmal zur Vergrösserung der Wurzel und Wurzelblätter oder zum Austrieb der Samenstaude. Bei einer Kanalbewässerung existirt nun eine längere Trockenperiode nicht, und genannte Vegetationsübelstände können vermieden werden. Als Thatsache sei angeführt, dass von $3\frac{1}{2}$ Acres im Jahre 1868 auf der Lodge-Farm angebauten Runkelrüben nicht eine einzige Pflanze in Samen geschosst ist, da man genannten Verhältnissen aufmerksam Rechnung trug.

Wie überhaupt grosse Trockenheit den Wurzelgewächsen im Allgemeinen schadet und den Gewinn an Gewicht beeinträchtigt, ersieht man daraus, dass auch die Wurzeln hartrindig werden, und selbst sich bei späterem Regenwetter nicht mehr recht erholen wollen, indessen schwindet dieser Verlust, wenn man in solcher Zeit im Stande ist, Kanalwasser zur Anwendung zu bringen. Das Wachsthum wird dann stetig sein und selbst bei sengender Hitze nicht aufhören. Das, was die Landwirthe unter „Wachsthumwetter“ verstehen, milde feuchte Luft, kann hierdurch künstlich erzeugt werden; die Pflanzen erfreuen sich zweier mächtiger Reizmittel: Wasser und Sonne, ersteres ausserdem noch erfüllt mit den kostbarsten Pflanzennahrungsstoffen.

Ueber die Verwendung des Kanalwassers für den Anbau von Gemüse und anderen Früchten für den menschlichen Bedarf verweise ich auf den nächstfolgenden Abschnitt, in welchem die Erfahrungen der Anbauversuche der verschiedenartigsten Gewächse in Form eines Berichtes an die „Essex-Sewage-Farming-Association“, die namentlich auf der Versuchsstation

der „Metropolis-Sewage-Company“ der Lodge-Farm seit vier Jahren gesammelt sind, gegeben werden. Im Allgemeinen sind in Bezugnahme auf die zu verwendende Menge des Kanalwassers, die geeignetste Zeit der Anwendung desselben, die Wahl der passenden Fruchtarten und deren Reihenfolge noch viel Studien zu machen, noch viel Erfahrung zu sammeln; die allergrösste Aufmerksamkeit muss weiteren Beobachtungen gewidmet werden, um die Grundsätze zur Erzielung möglichst grosser und reicher Erfolge kennen zu lernen.

Die geognostische Beschaffenheit des Bodens, seine physikalischen Eigenschaften, Lage, Configuration des Terrains, die climatischen Verhältnisse der Gegend, daraus entpringende Wahl für die Art des Bewässerungssystems bedürfen einer eingehenden Beobachtung und Beurtheilung und bilden eine schöne und lohnende Aufgabe, sowohl für den Culturingenieur, als wie für den Landwirth.

V. Gegenwärtige Verbreitung der Kanalwasser-Bewässerungs-Anlagen in England. Gesellschaften und Projecte zur grössten Ausbreitung des Systems.

Beschreibung vorzüglicher Anlagen daselbst.

Seit den Jahren 1860/61, in welchen das Parlament eine Königl. Commission zur Untersuchung und Prüfung des in Rede stehenden Systems einsetzte und diese Commission vorzugsweise zu Rugby, später auch an mehreren andern Orten ihre Versuche machte und bis auf den heutigen Tag unausgesetzt thätig ist, haben viele Städte und Ortschaften Englands dasselbe adoptirt.

Namentlich hat sich die Stadt Croydon ausgezeichnet, indem sie die erste Stadt war, welche nach dem Gesetz über öffentliche Gesundheitspflege von 1848 baute, es war ferner die erste Stadt, die das System mit runden Röhren annahm, ein System, welches im ganzen Lande die Entwässerungspraxis umgestaltet hat, und nach der Einführung des genannten Gesetzes die jetzige Verwerthung des Kanalwassers einführte, nachdem man jede denkbare Art der Geruchlosmachung genau und unparteiisch geprüft hatte.

Folgendes Verzeichniss enthält nun die Städte bis 1867/68, welche vorzugsweise das in Croydon ausgeprobte System der

Kanalwasserbewässerung angenommen und zum Theil ausgeführt haben.

Nro.	Namen der St ä d t e.	Bevöl- kerung.	Wassermenge		Bewässerte Fläche in Morgen preuss.
			in Gallonen à 3,966 Quart preuss.	in Kubikfussen preuss.	
1.	Aldershott (Lager)	14000	—	—	396
2.	Alwick (Cannongate)	6000	300000	44000	55—4634
3.	Bingley (Yorkshire)	10000	—	—	48—63
4.	Birmingham . . .	300000	15000000	2200000	206
5.	Braintree	5000	—	Versuche	32
6.	Bury St. Edmunds	13000	—	Versuche	—
7.	Carlisle	21000	843000	123640	127
8.	Cheltenham	36000	1000000	146667	190
9.	Croydon	48000	2—5000000	300—730000	570
10.	Edinburg	180000	—	—	—
11.	Hopwood	2200	—	—	10
12.	Leck	10500	400000	58667	206
13.	Mansfield	10000	—	—	634
14.	Melton-Mowbray .	4500	—	Versuche	—
15.	Milverton	1400	4000	587	6
16.	Mold	4000	6000	880	10
17.	Nottingham	120000	—	Versuche	—
18.	Oswestry	5000	—	—	475
19.	Rugby	8000	80—200000	11730—29330	634—792
20.	St. Thomas Exeter	4500	—	29330	238
21.	Swaffham	2000	—	Versuche	8
22.	Tavistock	8000	—	—	14
23.	Uckfield	1200	—	—	6
24.	Worthing	6000	700000	102667	63
25.	Warwick	11000	500000	66000	150

Unter den grösseren Projecten, welche vorzugsweise augenblicklich in England der Bearbeitung unterliegen, ist namentlich dasjenige der Herren Hope und Napier, das Londoner Kanalwasser bei Barking Creek (Sammelreservoir, *Abbey-Mills*) in die Höhe zu pumpen und theils durch Röhren, theils durch offene Kanäle an die Ostküste nach den Maplie-Sands, den Foulness-Sands und Dengie-Flats zu führen, das umfassendste. Diese Dünenlande liegen zwischen der Themse und dem Blackwater und umfassen ca. ein Terrain von 40000 preuss. Morgen. Obgleich diese Sandflächen die ganze Masse des Kanalwassers aufnehmen können, wollen die Unternehmer doch noch in dem

hochliegenden Hauptzuleitungskanal hin und wieder Reservoir anbringen, um anliegenden Gütern nach Wunsch Kanalwasser abzulassen. In dieser Weise würde sich das Project noch ausserordentlich ausdehnen. Nach dem Gesetz vom 19. Juni 1865 hat das Parlament dieser Gesellschaft bedeutende Rechte verliehen. Unter folgenden Hauptbedingungen hat sich dieselbe constituirt:

Die Gesellschaft führt den Namen „Metropolis-Sewage-and Essex-Reclamation-Company“.

Während der ersten vier Jahre gehört sämmtlicher Reinertrag der Gesellschaft. Später wird dieser, nach Abzug der Tilgungsprozente der Actien und der laufenden Unkosten, wie folgt, vertheilt:

- 1) 5 pCt. Zinsen auf das Actiencapital.
- 2) Der Mehrertrag von 5 bis 15 Prozent wird zwischen der Gesellschaft und dem Magistrate der Hauptstadt getheilt.
- 3) Von 15—25 Prozent fällt $\frac{1}{4}$ den Actionären und der Rest dem Magistrate zu.
- 4) Was über 25 Prozent beträgt, wird zur Hälfte getheilt. Nach 34 Jahren hat der Magistrat das Recht auf 2 Jahre Kündigung hin diese Bedingungen abzuändern.

Die Gesellschaft hat das Recht auf das erforderliche Haupt-Capital von 14000000 Thalern eine zum Betrage von 4666666 Thlrn. 20 Sgr. Obligationen auszugeben. Dies Actienkapital wird in 21000 Certificate getheilt, jedes zu 666 Thlr. 20 Sgr., die nach erfolgter Einzahlung in Actien von 66 Thlr. 20 Sgr. zerfallen.

Der Gesellschaft ist durch das Gesetz gestattet, die Arbeiten der Eindeichung, der Wasserleitungen, der Drainage und Bewässerung unter Aufsicht vom Parlament bestellter Commis-säre vorzunehmen, wie auch die dem Meere abgewonnenen Ländereien ganz oder theilweise zu verpachten, mit Hypotheken zu belasten, zu verkaufen oder zu vertauschen. Ausserdem unter allen Flüssen, Eisenbahnen, Strassen durch oder darüber hinweg zugehen, mit einem Worte ohne Hindernisse ihr Werk durchzuführen.

Obgleich nun die Gesellschaft bis jetzt noch nicht an die Ausführung der übrigens augenblicklich einer Umarbeitung unterworfenen Pläne gegangen ist, so hat dieselbe doch die in diesem Werkchen vielfach herangezogene Versuchsstation die Lodge Farm bei Barking unter Herrn Hope's Direction

gegründet. Dieselbe umfasst ein Areal von 160 Acres (240 pr. Morgen). Wir kommen noch später auf die Spezialbeschreibung dieser Farm zurück.

Ferner hat sich aus dieser Gesellschaft noch eine zweite Filialgesellschaft constituirt, welche sich: „Essex Sewage Farming Association“ nennt und welche ebenfalls die Absicht hat, mit Londoner Kanalwasser grössere Flächen unfruchtbaren Landes zu cultiviren. Das von Herrn Hope ausgearbeitete Project ist auf die neuesten Erfahrungen begründet und so interessant und eingehend, dass wohl der Tendenz dieses Werkchens nichts angemessener wäre, als dieses Project insbesondere einen darüberlautenden Bericht hier wiederzugeben. Dieser Bericht gipfelt namentlich darin, dass in demselben das Resumé der Cultur Erfahrungen der Versuchsstation Lodge Farm enthalten ist. Ehe wir jedoch diesen Bericht mittheilen, sei noch eines dritten grösseren Projectes erwähnt, ausgearbeitet vom Ingenieur Herrn Hervon Herrtage, das unter dem Namen „Thames-Valley-Outfall“ bezweckt, das Kanalwasser der Städte und Ortschaften Richmond, Petersham, Twickenham, Ham, Teddington, Kingston, Surbiton, Long Ditton, Thames Ditton, Hampton Wick, Hampton Court, Hampton, Sunbury, Walton, Weybridge, Halliford, Shepperton, Chertsey, Addlestone, nach der Woodham Heath (Woodham-Heide) zu führen, um dieselbe in Culturzustand zu versetzen. Es sind dies ca. 1200 preuss. Morgen dunkelsandigen Bodens (*Bagshot sands*) im Londoner Tertiärbecken über Londonthon (*London clay*) lagernd. Auch bei diesem Project ist ebenfalls auf den Anschluss zu beiden Seiten des Haupt-Kanals liegender Privatgutsflächen Bedacht genommen worden. Der Totalanschlag dieses Werkes beträgt in runder Summe 167,000 Lstr.

Das erwähnte Project der „Essex Sewage Farming Association“ in der Grafschaft Essex 7000 Acres (10,500 Morgen pr.) Land zu acquiriren, die für ca. 250.000 Lstr. zu haben wären, wird aller Wahrscheinlichkeit nach in diesem Jahre zur Ausführung kommen. Das Terrain befindet sich noch völlig im Naturzustande, ist von leichter sandiger Beschaffenheit und die abwesenden Eigenthümer haben bis jetzt nicht das geringste für die Cultivirung desselben gethan. Es ist 30 Meilen (6 deutsche Meilen) von London belegen und grenzt an das eine Ufer der

Themse. Jede beliebige Menge von Kanalwasser kann angewendet werden, ohne dass zu befürchten wäre, dass sich die abwärts liegenden Nachbarn in irgend einer Weise über die Anwendung grosser Quantitäten Kanalwassers beschweren könnten, wie es leider noch gar zu häufig ohne Grund und Ueberlegung geschieht. Abgesehen davon, dass dies Terrain an einem grossen Flusse liegt, und noch von drei schiffbaren kleinen Gewässern und zwei Eisenbahnen durchschnitten, von einer dritten am Rande berührt wird, so werden im Verhältnisse nicht allzugrosse Kosten nöthig sein, um dieses Stück Land in eine ungeheure Musterpachtung zu verwandeln. Da das Terrain höhenfrei ist, und man dasselbe zweckentsprechend eintheilen kann, so dürfte dasselbe vermittelst der Dampfcultur in kürzester Zeit eingerichtet werden können. Das Cultursystem, welches hier eingeschlagen werden müsste, würde das sein, dasselbe in gleich grosse Theile (Parallelogramme) zu legen, die durch Fahr- und Pflugstrassen gebildet werden. Erstere würden gleichzeitig die Linien für die Hauptkanäle der Kanalwasserbewässerung, letztere diejenigen für die kleineren Vertheiler des Kanalwassers bezeichnen. Die Bewässerungssysteme, welche zur Anwendung kommen müssten, würden das Beet- und das Furchensystem sein. Auch diese Arbeit würde vermittelst des Dampfkultivators ausgeführt werden können, so dass schliesslich ein Minimum von Planirungsarbeiten in Rechnung käme. Nimmt man an, dass der Dampfkultivator vier Meilen in der Stunde zu vollbringen im Stande ist, so würde man pro Tag 25 Acres und pro Woche 150 Acres fast zur Aufnahme des Kanalwassers herstellen können.

Nach den Erfahrungen der Lodge Farm-Culturen kann fast jede für das Klima von England passende Fruchtart mit Kanalwasser erfolgreich behandelt werden, ein ungeheurer Gewinn gegen jede andere Düngungsart, da man weiss, dass man pro ton Londoner Kanalwasser nur 1 Penny zu rechnen braucht.

In Hinsicht auf den Anbau der verschiedenen Gewächse, bedarf es beinahe schon keines Vorschlages mehr, indessen würden einige Bemerkungen bezüglich der gemachten Erfahrungen hier wohl am Platze sein. Wenn man in erster Reihe das *italienische Raygras* ins Auge fasst, welches hier vorzugsweise zur Milcherzeugung im grossen Massstabe angebant werden müsste, schliesslich sich aber auch als vortreffliches Futter für Pferde

und Schafe erwiesen hat, so würde man einen unzweifelhaft sehr grossen Gewinn erzielen.

Der Durchschnittswerth einer Shorthorn-Kuh, tragend gekauft, ist 22 Lstr. Hierfür erhält man den besten Stamm und mithin treffliche Milcherzeuger. Entweder könnte man die Kälber gleich nach der Geburt zu 30—50 Sh. verkaufen, und nur solche zur weiteren Zucht oder späterem Racenverkauf stehen lassen, die sich durch gute Eigenschaften auszeichnen, oder man würde dieselben circa 10 Wochen nähren und sie bei einem Futterverbrauch von höchstens 10 Sh., im Werthe zu 6—8 Lstr. losschlagen können. Eine kräftige Shorthornkuh, im Stall gefüttert, verlangt täglich $1\frac{1}{2}$ cwt. (150 æ) Raygras und kann während der 9 Monate ihres Milchgebens durchschnittlich 12—15 Quart Milch produciren. Nimmt man 12 Quart an, so wäre dies ein Totalertrag pr. Tag von 24 pence. Nun sind $1\frac{1}{2}$ cwt. Gras zu 15 Shill. pr. ton gerechnet, gleich $13\frac{1}{2}$ pence. Für das Melken und Füttern von 15 Kühen ist ein Mann zu 3 Shill. pr. Tag notwendig, macht also auf die Kuh ca. $2\frac{1}{2}$ pence.

Die Streu würde zu 1 Penny pro Tag zu veranschlagen sein, jedoch hiergegen den Dungwerth gesetzt, so gleicht sich diese Ausgabe aus.

Es blieben nun noch zu berechnen die Zinsen auf Gebäude und Viehstamm und die Entwerthung des Viehstandes. Für den Stall kann man jährlich als sehr reichlich 10 Shill. annehmen, also 5 Prozent Zinsen vom Lstr., für die Kuh 1 Lstr. 2 Shill., für die Verminderung, resp. durch Krankheiten des Viehstandes genügen 10 Prozent anzusetzen. Zusammengenommen würde dies eine Totalsumme von 72 Shill. jährlich geben oder $\frac{1}{2}$ pence pr. Tag, oder an Totalkosten der Milcherzeugung mit Einschluss des Graswerthes von 15 Shill. per ton von $18\frac{1}{2}$ pence pr. Tag. Der Reingewinn betrüge demnach $5\frac{1}{2}$ pence pr. Kuh u. pr. Tag. (4 Sgr. 7 Pf.) oder pr. Acre 30 Lstr. 10 Shill. $11\frac{1}{2}$ pence. (203 Rthlr. 19 Sgr. 7 Pf.)

Auf der vorgeschlagenen Pachtung würden mindestens 2000 Kühe aufzustellen sein, welche während der Raygrassaison aus den Erträgen von 412 Acres gefüttert werden könnten. Hierbei bliebe ein Gewinn, zu 15 Shill. die ton Raygras gerechnet, von 30900 Lstr. (206000 Rthlr.) nach Abzug von 4 Lstr. pro Acre für Pacht und Steuern und den durchschnittlichen Marktpreis der Milch angenommen, welcher von der Dairy-Reform-

Company (Milchkammer-Reform-Gesellschaft), die den ganzen Ertrag der Pachtung kaufen würde, sehr gern gezahlt würde.

Für die Winterfütterung der 2000 Kühe mit Wurzeln, angenommen, dass täglich 1 cwt. mit anderem Futter gemischt, pr. Kuh verbraucht wird, würden 120 Acres nöthig sein; das würde einen Reingewinn geben von 8499 Lstr. 10 Shill. (56666 Thlr. 10 Sgr.) nach Abzug von 4 Lstr. pr. Acre für Pacht und Steuern. Der Gesamtgewinn für Winter und Sommer würde mithin von 2000 Kühen durch den Verkauf von Milch 39399 Lstr. (262660 Thlr.) resultirend aus den Produkten von 541 Acres plus der Futterungskosten von 90 Tagen nach dem Satz von $4\frac{1}{2}$ pence pro Tag betragen, dies unter der Voraussetzung, dass während der andern 3 Monate die Kuh entweder auf der Weide oder auf dem Strohhofe gehalten werden kann. Hierauf würde man 10 Shill. pro Monat rechnen können, welche Kosten mehr wie gedeckt sind durch den Verkauf des Kalbes.

Nach Umbruch der Raygrasfelder kann man Kartoffeln ohne Anwendung anderer Düngungsmittel folgen lassen, deren Ertrag mindestens auf 40 Lstr. pr. Acre geschätzt werden kann, mithin von 412 Acres 16,480 Lstr. Rechnet man nun 15 Schl. pr. Acre für die Kultivirung, 4 Lstr. für Samenknollen, 3 Lstr. für das Einern und 4 Lstr. für Pacht und Steuern, zusammen 11 Lstr. 15 Shill., so bliebe ein Reingewinn von 21269 Lstr. 10 Shill. (141796 Rthl. 10 Sgr.) für die 824 Acres, die abwechselnd zu Raygras und Kartoffeln dienen, nach Abzug von 4 Lstr. für Pacht und Steuern macht 25 Lstr. 16 Shill. $4\frac{1}{2}$ pence pr. Acre. (172 Rthl. 3 Sgr. 9 pf.)

Der Ueberrest des Landes könnte nun zu Marktgemüsen, besonders zu Blumen- und Kopfkohl und zu Runkelrüben, (Mangoldwurzeln) letztere vorzugsweise zur Bereitung von Mangoldkuchen in Concurrenz mit Leinkuchen benutzt werden. Die Operation zur Herstellung von Mangoldkuchen ist eine sehr einfache und kostet nicht mehr als 30 Shill. die ton, 8 tons rohe Mangoldwurzeln gehören zur Herstellung einer ton Kuchen.

Professor Völker hat diese Kuchen analysirt und folgende Bestandtheile festgestellt:

Saft (Feuchtigkeit)	8,64
Zucker	41,70
Gummi, Extractivmasse und andere im Wasser auflösliche Stoffe	10,33
Latus	60,67

	Transport:	60,67
Eiweis (fleischbildende Masse)		8,81
Rohe vegetabilische Faser		21,74
Asche (mineral. Masse)		8,78
(Stickstoff 1,41)		100,00

Nimmt man den Ertrag eines Acre Runkelrüben zu 70 tons an, so würden $8\frac{3}{4}$ tons Kuchen à 30 Shill. p. ton also 13 Lstr. 2 Shill. 6 pence pr. Acre kosten. Die andern Kulturausgaben durch anzuwendende Dampfcultur auf 2 Lstr. 8 Shill. 4 pence ermässigt, ergeben, dass die Totalkosten pr. Acre, um $8\frac{3}{4}$ tons Kuchen zu erhalten, 30 Lstr. betragen würden; wenn die Kuchen zu 8 Lstr. verkauft würden, welches weniger mehr als $\frac{2}{3}$ des Durchschnittspreises, und viel weniger als $\frac{2}{3}$ des gegenwärtigen Preises von Leinkuchen ist, so würde ein Gewinn nach Abzug der erwähnten 4 Lstr. Pacht und Steuern von 39 Lstr. 19 Shill. 2 pence (266 Thlr. 11 Sgr. 8 Pf.) übrig bleiben. Man könnte hier nun einwenden, dass mehrere Ernten Runkelrüben nicht auf ein und demselben Boden hinter einander wachsen könnten.

Obgleich dies bei gewöhnlichem Stalldung oder künstlicher Düngung wohl nicht gewagt werden könnte, so ist es doch bei dem vorzüglichen und mannigfaltigen Dunggehalt des Londoner Kanalwassers vollständig möglich.

In der That sind bei den Versuchen am Barking Creek sehr schöne Rüben auf reinem Seesande mehrere Jahre hintereinander mit keiner andern Düngung als Londoner Kanalwasser gewachsen, während auf der Lodge Farm unter anderem in diesem Jahre (1869) die dritte volle Weizenernte auf ein und demselben Stücke Land geschnitten werden wird.

Ein anderes Gewächs, welches mit Kanalwasserbewässerung von grosser Wichtigkeit für die Zukunft werden wird, ist die Zuckerrunkelrübe. Zuvörderst bleibt noch abzuwarten, ob diese Art sich ebenso nutzbar für Fütterungszwecke erweisen wird, als die, welche unter dem Namen Mangoldwurzel bekannt ist. Wahrscheinlich wird man finden, dass sie sowohl im rohen Zustande, sowie auch als Kuchen verarbeitet besser ist, als die andere, doch sind weitere Erfahrungen noch abzuwarten. Vorläufig ist es genügend sie für ihren gewöhnlichen Zweck nämlich für die Zuckerfabrikation im grösseren Massstabe anzubauen. Der Preis, welcher gewöhnlich von den Zuckerfabrikanten gezahlt wird, schwebt zwischen 16—20 Shill. pr. ton. Diese beiden

Ziffern schliessen hinsichtlich des Preises die Extreme in sich. Die Zuckerrübe steht in der Grösse der Mangoldrübe nach, es ist jedoch kein Grund vorhanden, weshalb man das Totalgewicht pr. Acre, da die Rüben in kleineren Zwischenräumen gesetzt werden können, mit Anwendung von Kanalwasser nicht auch erreichen könnte. Die Praxis spricht dafür, denn auf der Lodge Farm verhielt sich die Ertragsdifferenz zwischen beiden Sorten Rüben nur noch im Jahre 1868 wie $7\frac{1}{2} : 10$. Ebenso ergab eine Reihenfolge von Analysen, die Professor Völker gemacht hat, hinsichtlich des Zuckergehaltes derselben folgende günstige Resultate:

In Holland gewachsene Zuckerrüben 9 Prozent, in Suffolk gewachsene 9,61, in Schottland 9,73, letztere beiden auf zusagendem Boden in guter Cultur, auf der Lodge Farm mit Londoner Kanalwasser bewässerte 13,19. Wenn man den oben angenommenen niedrigsten Preis als realisirbaren Werth annimmt, und die Ausgaben dieselben sind, wie bei Runkelrüben, so würde mit Abzug der Pacht und Steuern, immernoch ein Gewinn von 39 Lstr. 1 Shill. 8 pence pr. Acre zu berechnen sein (260 Thlr. 20 Sgr. 8 Pf.)

Könnte man nun durch Anlegung von Zuckerfabriken das Material selbst verarbeiten, so würde der Gewinn ein erheblich grösserer sein.

Blumenkohl könnte jährlich in grosser Ausdehnung gepflanzt werden, da er immer einen vortrefflichen Markt findet. Rechnet man auf 4 Quadrat-Fuss eine Pflanze oder $2\frac{1}{4}$ Pflanzen auf die Quadratyard, so würden 10890 Pflanzen auf den Acre fallen. Bei gross und voll gewachsenen Stauden variirt der Preis zwischen 2—6 pence auch noch höher das Stück. Nimmt man den niedrigsten Preis an, so würde man im Grossen und Ganzen pr. Acre 90 Lstr. 15 Shill. erhalten. Hiervon wären abzuziehen 5 Lstr. für das Kanalwasser, 4 Lstr. für Pacht und Steuern, 15 Shill. für die Kultivirung, 1 Lstr. für die Saat und die Verpflanzung und 5 Lstr. für das Einern und die Marktversendung, blieben netto 75 Lstr. p. Acre. (500 Thlr.)

Kohl und zwar Büschelkohl (*Broccoli*) kann auf einen Fuss Entfernung von einander gepflanzt werden, was 9 Pflanzen auf die Quadrat-Yard, mithin 43520 pr. Acre ausmacht. Zur geeigneten Zeit zu Markte gebracht, würde derselbe 1 Shill. für ein Dutzend Bündel, jedes Bündel zu 5 Pflanzen im Durchschnitt

bringen, dies macht eine Bruttoeinnahme von 36 Lstr. 5 Shill. pr. Acre und ca. einen Nettogewinn von 26 Lstr. pr. Acre (163 Thlr. 10 Sgr.) Andere Gemüse, wie Savoyer-Kohl Weiss- und Rothkohl werden zu demselben Preise wie Blumenkohl verkauft, erfordern jedoch etwas mehr Platz, 2—3 Fuss pro Pflanze, und bringen je nach der Zeit, in welcher sie zu Markt geschickt werden, einen ähnlichen Gewinn wie Blumenkohl. Im Gleichen verhalten sich Mohrrüben, Pastinaken, Turnips, Wasserrüben. Sellerie wächst, mit Kanalwasser behandelt, da sie an und für sich eine Wasserpflanze ist, zu einer gewaltigen Grösse empor. Sie giebt einen Bruttogewinn wie Blumenkohl, erfordert jedoch etwas mehr Arbeit. Artischocken namentlich Jerusalemer Artischocken, Spargel und Seekohl wachsen sämmtlich, mit Kanalwasser behandelt, ausserordentlich üppig, jedoch lassen sich bestimmte Erträge, in Geld ausgedrückt, im Verhältniss auf die bedeutenden Auslagen für ihre Cultur noch nicht genau angeben. Zwiebeln gedeihen mit Kanalwasser besonders gut. Bei dieser Frucht sei erwähnt, dass man sie am vortheilhaftesten im Februar säet und im August ausnimmt. Sie geben eine Bruttoeinnahme von 50—60 Lstr. pr. Acre; wenn man Büschelkohl oder Broccoli folgen lässt, so würde dieser noch zu einer Zeit, welche vortheilhaft für den Markt wäre, nämlich zwischen Weihnachten und April, einzuernten sein. Lattig kann zu 12 Stück Pflanzen auf die Quadrat-Yard gezogen werden und man wird in den meisten Fällen während des ganzen Sommers $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ bis 1 penny für das Stück erhalten. Sie wachsen in kürzester Zeit und erfordern nur wenig Arbeit. Spinat kann als irgend eine Vorfrucht behandelt werden, ist immer überall sehr begehrt und hinterlässt einen bedeutenden Reingewinn. Erdbeeren bringen nach den Versuchen auf der Lodge-Farm 100 Lstr. pr. Acre (600 Thlr. 20 Sgr.); auch für Stachelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren ist das Kanalwasser anwendbar, namentlich in einer Zeit der Dürre und anhaltenden trockenen Ostwindes. Welsche Bohnen können im trockensten Wetter zur grössten Ueppigkeit gebracht werden. Ihr Geschmack und ihr Aeusseres ist denen, welche auf gewöhnliche Art gewonnen werden, weit überlegen, so dass diese Frucht am Markte bedeutenden Absatz fände. Sie erhalten eine lichtgrüne Farbe und eine zarte von allen Fasern freie Struktur. Der Ertrag pr. Acre ist natürlich schwankend, sowohl was das wirkliche Erzeugniss an-

betrifft, als auch hinsichtlich des Preises. Gewöhnliche Bohnen so wie auch Erbsen sind noch hinsichtlich der Benutzung des Kanalwassers zweifelhaft. Es ist jedoch überhaupt fraglich, ob der Mehrgewinn für diese Früchte besonders gross ist. Mais kommt vortrefflich zur Reife; es ist anzurathen, denselben möglichst früh auszulegen, und im Anfange seines Wachstums mit Kanalwasser reichlich zu ernähren. Jede Pflanze verlangt vier Quadratfuss Raum, das giebt $2\frac{1}{4}$ Pflanzen auf die Quadrat-Yard. Rechnet man drei Kolben zu 500 Stück Samen auf jede Pflanze, oder 7 Kolben auf die Quadrat-Yard, so macht das auf dieselbe 3500 Samen. Ein Maiskorn wiegt ca. 7 Gran, mithin gehen 1000 Körner auf ein Pfund oder drei Pfund auf die Quadrat-Yard. Ein Bushel wiegt ca. 60 Pfund, deshalb könnte man 1 Bushel auf je 20 Quadrat-Yard oder 30 Quarter 2 Bushel (160 Schffl.) pr. Acre rechnen. Zu 30 Shill. den Quarter giebt er das billigste Futter für Pferde, Rindvieh und Schweine, welches überhaupt nur gekauft werden kann. Die Halmspitzen, welche vor dem Reifen der Körner mit der Sichel abgeschnitten und in kleine Bündel zusammengebunden werden, sind ebenfalls, namentlich im geschnittenen Zustande, ein angenehmes Futter für Pferde und Rindvieh, so dass der Werth dieser Frucht pr. Acre mehr als doppelt so gross ist, als derjenige von Weizen. Auch mit Flachs sind auf der Lodge-Farm Versuche gemacht und mit Kanalwasser eine vortreffliche Qualität erzeugt worden. Die Bruttoerträge schwanken zwischen 35 bis 40 Lstr.

Dass sich nun nach diesen Erfahrungen eine ausserordentlich hohe Rente für die Unternehmer herausstellen wird, unterliegt wohl kaum dem geringsten Zweifel. — Gehen wir nun zur Beschreibung einiger vom Verfasser besuchter vorzüglicher Anlagen über.

1. Croydon, Beddington und Süd-Norwood.

Das Kanalwasser der Stadt Croydon, unmittelbar an London gelegen, rührt aus einer Einwohnerzahl von augenblicklich 60,000 Seelen her. Da die Stadt mit einer ausgezeichneten Wasserleitung versehen ist, die sehr reichlich Wasser giebt, so kann man die Menge des täglichen Kanalwassers auf ca. 700000 Kubikfuss durchschnittlich veranschlagen. Dasselbe tritt aus den Kothschleusen, in welchen die festen unlöslichen Stoffe auf die schon be-

schriebene Art von den gelösten flüssigen getrennt werden, theils in einen offenen Kanal, theils in gemauerte runde Kanäle in die Bewässerungsfelder ein. Diese Flächen bestehen erstens aus einem Areal von 33 Acres, das der Stadt gehört und von derselben bewirthschaftet wird, zweitens aus einem Areal von 37 Acres, welches im Jahre 1867 von der Stadt für 10 Lstr. per Acre in Pacht genommen ist. Drittens hat die Stadt zu Beddington noch 315 Acres, augenblicklich wohl schon gegen 400 Acres, da in diesem Jahre noch bedeutende Ländereien hinzukommen sollten, zu einem Preise von 4 Lstr. pr. Acre gepachtet, diese Fläche aber schon im Jahr 1861 an einen Herrn Marriage für 5 Lstr. pr. Acre verpachtet. Da dieser Pachtcontract im nächsten Jahre abläuft, so wird jedenfalls die Stadt auch diese Ländereien unter Leitung ihres ausgezeichneten Ingenieurs Herrn B. Latham in eigene Bewirthschaftung nehmen.

Die Anlagen zu Süd-Norwood bestehen erst seit dem Jahre 1864. Der mit Croydon grenzende Ort steht unter dem Gesundheits-Amte zu Croydon. Das Kanalwasser tritt unmittelbar an der Stadt aus dem Hauptrohr in eine nur kleine Kothschleuse (siehe Tafel II. Fig. 1.) eigentlich in eine Art von Filterhaus, wo es durch einen durchlöcherten mit gebrannten Thonstücken bedeckten Boden aufwärts steigt, die festen Bestandtheile zurücklässt, und sofort danach in die Berieselungsfläche eintritt. Das Areal beträgt im Ganzen ca. 45 pr. Mrg. und ist nur 18 pr. Ruthen von dem nächsten Hause und 100 Ruthen von dem dichtest bevölkerten Theil des Ortes entfernt. Die Menge des täglichen Kanalwassers kann auf 30000 Cubikfuss täglich geschätzt werden.

Unterziehen wir nun zuerst die Bodenbeschaffenheit dieser Bewässerungsareale einer geognostischen Untersuchung, so finden wir dieselben bezüglich ihrer Durchlässigkeit bis auf einige Stellen in Süd-Norwood ganz wie für genannte Benutzung geschaffen.

Als unmittelbare Umgebung Londons liegen die Areale im sogenannten Londoner Tertiärbecken (*Eocän*), dessen geognostische Schichtenfolge mit geringer Abwechselung fast überall dieselbe ist. (Tafel IV. Fig. I.). Die oberen 2—3 Fuss bestehen aus einem lehmigen Menggebilde, dessen Gehalt an reiner Thonmasse sehr verschieden ist, je nachdem nämlich der nun folgende von 3—20 Fuss mächtige Sand (*Bagshotsand*) mit dünnen grau-grünen Mergellagern gemischt, sich der Oberfläche nähert oder

nicht. Dieser Sand in England auch Gravel (Gerölle) genannt, ruht in verschiedener genannter Mächtigkeit auf Londonthon (*London clay*), einer zähen braunen oder auch blaugrauen Thonmasse, häufig durch Lager von ovalen oder unregelmässigen Massen mergeligen Kalksteines durchsprengt. (*Septarien*). Zuweilen häufen sich diese Kalksteine so bedeutend an, dass sie vollständige Schichten darstellen. Die Mächtigkeit der Londonthonschichten ist ebenfalls keine gleichmässige, und schwer wegen der grossen Verschiedenheit in Zahlen auszudrücken. An vielen Stellen durchragt nun dieser Londonthon die über ihm liegenden Kiesschichten (*Gravels*), wie z. B. auf dem Bewässerungsareal zu Süd-Norwood, bildet hier Ackerkrume und erzeugt sehr undurchlässige Feldpartien. Der Londonthon streicht nun entweder in mächtige Lager eines dunkelblauen oder schwarzgrauen Thons ein (*Plastic clay*), welche mit weissen, bald stärkeren, bald schwächeren Adern eines sehr feinen und reinen Quarzsandes durchzogen sind, oder liegt auf den letzten Schichten des Tertiärbeckens, auf dem sogenannten Thanetsande, einer sandigen Kiesmasse mit Conglomeraten durch grün und schwarz gefärbte Thonschichten zusammengehalten, welche auch mitunter in ganz reinem Zustande den Sand durchsetzen. Das Liegende ist Kreide. Es leuchtet nun ein dass die unter der Ackerkrume liegenden Kiesschichten (*Gravels*) eine übermässige Wasseranstauung im Untergrunde nicht leiden, sondern eine so vortreffliche natürliche Drainage bilden, dass trotz der Jahr aus Jahr ein sie überströmenden Wassermassen doch nirgend Spuren einer Verwässerung gefunden werden. In Süd - Norwood dagegen haben die oben erwähnten undurchlässigen Partien drainirt werden müssen, nur kam es mir so vor, als wenn diese Drainage mit der Zeit noch eine bedeutend grössere Ausdehnung erfahren müsste. Uebrigens fliesst das Wasser aus den Drains, wenn sie die vorschriftsmässige Tiefe haben, vollkommen rein und klar ab. Trotzdem bei meinem Besuch dieser Anlagen in den Monaten Juli und August 1869 eine vierwöchentliche Dürre vorangegangen war, ein Theil des Areals aber in der Bewässerung stand, so konnte ich keinen Unterschied sowohl der Temperatur als Klarheit dieses Drainwassers gegen anderes aus einem nahen nicht bewässerten Drainageterrain herausfinden.

Die Bewässerungsanlagen in Croydon und Beddington sind nach dem Furchensystem (*pane and gutter*) angelegt. Die

Hauptmasse des Kanalwassers wird vorläufig noch durch einen offenen Graben, obwohl diese Anordnung abgeändert werden soll, und für Beddington durch einen entsprechend grossen unterirdischen Kanal, nach den Bewässerungsfeldern hingeleitet. Diese Felder theilen sich in zwei Hauptabtheilungen. Die erste Abtheilung aus 6 Bewässerungsflächen bestehend, umfasst 70 Acres in eigener Bewirthschaftung durch die Stadt. Die zweite Abtheilung zu Beddington jetzt circa 350 Acres Land umfassend, in 12 Bewässerungsflächen eingetheilt, ist verpachtet. Die erste Abtheilung liegt 220 Ruthen von der Stadt Croydon und 490 Ruthen vom Rathhause derselben entfernt.

Das Querprofil des offenen Zuleitungsgrabens enthält im Durchschnitt 6 Quadrat-Fuss und führt ungefähr in der Secunde 8 Kubikfuss Wasser, mithin in 24 Stunden 691,200 Kubikfuss. Das würde ungefähr auf 100 Ruthen Länge nur $4\frac{1}{2}$ Zoll Gefäll beanspruchen. Aus diesem offenen Zuleitungskanal tritt des Kanalwasser in die erste Abtheilung ein. Der Rest, inclusive des abgerieselten Wassers dieser ersten Abtheilung wird durch einen 3 Fuss im Lichten haltenden, $3\frac{1}{2}$ Fuss tief liegenden gemauerten runden Kanaleine weite Strecke, nach Schätzung circa 250 Ruthen, durch ein noch nicht für die Bewässerung eingerichtetes Stück Land nach der zweiten Abtheilung hinüber geführt. Die für die regelmässige Vertheilung des Kanalwassers angelegten Vertheilungsgräben haben durchschnittlich 2 Quadratfuss Querprofil und wechseln im Gefälle von 1:156 bis fast zur horizontalen Lage. Die Bewässerungsrinnen haben eine Neigung je nach dem Terrain von 1:42 bis zu 1:330. Sie liegen sämmtlich im steilsten Gefälle; die durch die Rieselrinnengebildeten Bewässerungsflächen variiren zwischen 30—66 Fuss Breite (66 Fuss = 1 chain). Wie schon bekannt, wird die Bewässerung bei diesem System durch periodisch eingesetzte Staubrettchen geregelt.

Das sämmtliche abgerieselte klare Kanalwasser vereinigt sich schliesslich in einen Entwässerungsgraben, welcher in das Flüsschen Wandle fliesst. Die Müller, deren Mühlen durch dieses Flüsschen getrieben werden, forderten in der ersten Zeit der Anlagen, und setzten es auch durch, dass dasselbe anderswo hingeleitet wurde. Später jedoch, als sie sich von der durchaus reinen Qualität des abgerieselten Wassers genauer überzeugt hatten, änderten sie ihre Ansichten und erbaten sich nicht allein das Wasser auf ihre Kosten wieder in den Bach zu leiten, sondern

waren auch Willens, mit Rücksicht auf die vermehrte Wassermenge, noch eine Pacht dafür zu zahlen.

Bei der sehr günstigen natürlichen Lage des Terrains, wo nur wenig Planirungs-Schwierigkeiten zu überwinden waren, kosteten die Bewässerungseinrichtungen gegen andere Anlagen dieser Art verhältnissmässig wenig. Sie betrugen nur pr. Morgen 40—50 Thaler. Ausser einem kleinen Felde Runkelrüben und Gemüse waren fast sämtliche Flächen im Verhältniss ihres Rotationswechsels mit italienischem Raygrase bestanden. Das Gras in verschiedenen Grössen stand durchweg üppig und ohne Tadel. Dasselbe wird 6—7 mal jährlich geschnitten und zwar in einer Höhe von 3, 3 $\frac{1}{2}$ — 4 Fuss, theils gleich nach dem Schnitt in frischem Zustande verkauft, theils, was unverkäuflich, zu Heu gemacht. Der Ertrag pro Acre und Schnitt beträgt 10 Lstr. also bei durchschnittlich 6 Schnitten 60 Lstr. (400 Thlr.) pr. Jahr und pr. Acre. Die Anlagen bei Süd-Norwood (Siehe Tafel II. Fig. I) sind theils nach dem Furchen-, theils nach dem Beet-System gebaut. Die Vertheilungsgräben sind hier theilweise durch 1 Fuss im lichten haltende Röhren ersetzt, ebenso die Rieselrinnen zum Theil mit den Patent-Sewage-Vertheilungsröhren*) des Herrn B. Latham (Siehe Tafel III, Fig. 7, 8, 9) belegt. Die Neigung der Felder beträgt durchschnittlich 1:80 bis 1:1000; auch hier wurde nur italienisches Raygras angebaut.

II. Die Lodge-Farm.

Diese in vorliegendem Werkchen schon vielfach erwähnte Versuchsstation unter Direktion des Herrn W. Hope zu Parsloes-Castle, $\frac{1}{4}$ Meile von der Lodge-Farm gelegen, ist auf Kosten der „Metropolis-Sewage-Company“ errichtet worden. Sie liegt 2 $\frac{1}{4}$ deutsche Meilen von London und eine halbe Meile vom Bahnhofe Barking. Das Areal beträgt 160 Acres (240 Morgen Magdeb.) Das zur Bewässerung verwendete Kanalwasser erhält dieselbe aus dem Hauptcanal von der Pumpstation Abbey Mills bei London, zum Reservoir zu Barking. Es bildet den 300sten Theil des Kanalwassers von London nördlich der Themse.

Bekanntlich wird seit Anfang dieses Jahrzehnts das aus den Kanälen Londons kommende Kanalwasser nicht wie früher innerhalb der Stadt, sondern 3—3 $\frac{1}{2}$ deutsche Meilen unterhalb Lon-

*) B. Latham's *patent pipes for the distribution of sewage*, gefertigt von H. Doulton & Co., London, Lambeth.

don-Bridge in die Themse durch sogenannte *Intercepting Sewers* längs des Flusses laufende Hauptcanäle, bis zur Pumpstation geleitet. Ein Theil des gesammten Kanalwassers geht mit natürlichem Gefälle zur Themse, der andere wird durch Maschinen in die Höhe gepumpt und dann ebenfalls nach der Themse geführt. In Abbey Mills arbeiten in einem grossen Maschinenraume 8 Maschinen von zusammen 1140 Pferdekraft mit 16 Kesseln und 16 Dampfpumpen bei einem täglichen Verbrauch von 120 Ctr. Kohlen. Das Reservoir für das Kanalwasser liegt unter dem Maschinenhaus und enthält 350000 Kubikfuss. Ehe das Kanalwasser zu den Pumpen gelangt, wird es über Roste geführt, in welchen alle darin befindlichen, verhältnissmässig nur wenigen festen Stoffe aufgefangen werden. Diese festen Stoffe werden desinficirt und zu Composthaufen gelagert. Die Einrichtung dieser Pumpstation kostet 1750000 Rthlr.

Das bei Barking-Creek abgezweigte eiserne Zuleitungsrohr führt das Kanalwasser auf den höchsten Punkt der Farm, hat einen Durchmesser von ca. 1 Fuss und wird von Gerüsten getragen. Eine Pumpe hebt dasselbe aus dem Hauptkanal, bevor es in das Hauptreservoir von Barking-Creek fällt, in das gusseiserne Rohr auf eine Höhe von 34 Fuss. Früher wurde das Kanalwasser, auf dem Bewässerungs-Areal angelangt, in ein Reservoir gefangen, in welchem sich noch die mitgeführten zu trügen Stoffe absetzen sollten, augenblicklich wird es aber, wie es aus dem Kanale kommt, in die Felder ebenfalls durch offene gusseiserne Rinnen, auf Gerüsten getragen, vertheilt. An einer jeden besonderen Bewässerungsfläche befindet sich am Zuleiter eine Schiebevorrichtung, die das Kanalwasser durch einen hölzernen viereckigen 1 Fuss im Durchmesser haltenden Kasten in die Vertheilungsgräben fliessen lässt. Diese Einrichtung, das Kanalwasser zu vertheilen, gehört nicht zu den besten, denn, abgesehen von der Kostspieligkeit der Einrichtung selbst, den fortwährenden Reparaturen an den Gerüsten, Kästen, Schiebern etc., bedarf auch die Leitung desselben in den halbrunden Rinnen einer ununterbrochenen Aufmerksamkeit, da zu leicht Störungen im Laufe desselben vorkommen können. In den Vertheilungsgräben von kleinerem Querschnitt sind anstatt der Schleusen und Staubrettchen, gusseiserne Vertheiler mit respective 2, 3, 4 Schiebern angebracht, (Tafel IV. Fig. 2) welche das Kanalwasser zweckentsprechend vertheilen. Diese Anordnung ist entschieden dauerhaft und sehr praktisch, da diese Vertheiler

transportabel sind und an passenden Orten wieder eingesetzt werden können. Was nun die Bodenbeschaffenheit des Bewässerungsareals anbetrifft, so weicht dieselbe als im Londoner Tertiärbecken liegend, nicht von der bereits in Croydon beschriebenen ab. Im Allgemeinen kann sie jedoch als bedeutend geringer angesprochen werden. In einigen Feldern treten die Gravel-schichten so intensiv zu Tage, dass eine Bewässerung beinahe unmöglich wird und grosse Massen Wasser ohne rechten Nutzen durch diesen mehr wie durchlässigen Boden verschlungen werden.

Von den beschriebenen Bewässerungssystemen kommen der Hangbau (*catchwork*), das Furchensystem (*pane and gutter*) und am ausgebreitetsten der Beetbau zur Ausführung. Bei dem letzteren werden die Rücken sehr geschickt durch Pflügen hergestellt, und, nachdem der Untergrundspflug vorgearbeitet hat, der Boden nach der Bewässerungsrinne hin in die betreffende Form gebracht. Einige Arbeiter planiren dahinter die Rücken, nachdem das Terrain vorher nivellirt und abgesteckt war, und geben das nöthige Gefälle. Die Breite der Rücken variirt sehr. Die schmalsten*), die ich antraf, enthielten 48 Fuss, die breitesten 100 Fuss. Ebenso verschieden waren auch die Gefälle. Sie wechselten von 1:24 bis 1:120.

In neuerer Zeit hat man angefangen, die Beete durch den Dampfpflug aufzuwerfen. Diese Versuche sind ausgezeichnet geglückt, es wird dadurch viel Arbeit und Zeit gespart, der ganze Bau in den Kosten verringert, und man ist namentlich im Stande, grosse Flächen in kürzester Zeit herzustellen, ein grosser Gewinn bei der öfteren Umarbeitung, welche die Bewässerungsflächen bei jedesmaligem Fruchtwechsel erleiden müssen.

In Bezugnahme nun auf die Erträge der Lodge-Farm, so war Herr W. Hope so freundlich, mir seine bisherigen Erfahrungen in ausgedehntem Maasse mitzutheilen; ich habe dieselben auch bei den verschiedenen Fragen der Kanalwasserbewässerung wiedergegeben, so dass es kaum mehr nöthig sein wird, hierauf zurückzukommen, indessen sei noch schliesslich, als zu dieser Beschreibung gehörig, eine kurze Skizzirung der Bewirthschaf-tung der Lodge-Farm gestattet.

Den grössten Theil des Areals nehmen Felder mit ital. Raygras ein, welches theils in grünem Zustande in der Umgegend

*) In Parsloes-Castle, wo Herr Hope ebenfalls ein Terrain zu Kanalwasserbewässerung eingerichtet hat, waren dreiruthige Rücken mit Gefällen von 1 : 15 angeordnet.

verkauft oder an das Vieh der Farm verfüttert wird. Hierbei sei noch erwähnt, dass das grüne Gras je nach seiner Beschaffenheit in jüngerem oder bereits älterem Zustande, d. h. kurz vor oder erst nach der Blüthe, ungeschnitten oder mit Strohhacksel vermischt gefüttert wird. Im Wesentlichen ist die Farm auf Milchgewinn basirt. Es wurden im Jahre 1869 90 Kühe gehalten, sehr schöne Exemplare der Shorthorn-Race, die mit 160—200 Thlr. das Stück bezahlt worden waren. Sie werden lediglich mit Raygras gefüttert. Bei einem Futterverbrauch von $1\frac{1}{2}$ cwt. (150 Pfd.) grünem Gras giebt die Kuh durchschnittlich 10—12 Quart Milch (4 engl. = 3,96 preuss.) täglich, die nach London verkauft wird. Der Preis für das Quart Milch schwankt zwischen 4 pence (40 Pfennige) und 5 pence. Die Stallungen sind sehr gut gebaut und namentlich mit guter Ventilation versehen. Der Dung wird durch eine Streu von Sägespahn aufgenommen; der Urin läuft, im Stalle in offenen Rinnen, nach aussen in Röhren ab, die in eine Cisterne münden und deren Inhalt mit dem Kanalwasser vermischt wird. 24 Pferde besorgen die Bestellung des Ackers und den Transport der Milch, der täglich zweimal geschieht und deren Verkauf in Portmann square von der Gesellschaft selbst besorgt wird. An menschlichen Arbeitskräften beschäftigt die Farm 40 Männer und Frauen, davon 4 bei der Kuhwartung. An Tagelohn erhalten die Männer 6 Thlr. 20 Sgr., die Frauen 3 Thlr. 10 Sgr. per Woche ohne jedes weitere Emolument.

Ausser Grasnutzung wird das Areal zu den vielfältigen Versuchen mit den mannigfaltigsten Culturgewächsen benutzt, die schon hinreichend besprochen sind.

Der Gesamtertrag, welchen die Bewässerungsanlagen der Lodge-Farm liefern, ist ein für unsere deutschen Begriffe enormer: er beläuft sich pro Acre auf 75 Lstr. (500 Thlr), das ist per preuss. Morgen 333 Thlr. 20 Sgr.

III. Warwick.

Die Stadt Warwick in der Grafschaft Warwick, 20 Meilen von London und 4 Meilen von Birmingham belegen, hat augenblicklich eine Einwohnerzahl von 11000 Köpfen. Nach Herrn J. Cliffords Angaben, des Pächters der dortigen „Sewage-Farm“, (Gog-Brook-Farm) stehen bei normaler Witterung täglich 500000 Gallonen (73225 Cfs.) Kanalwasser im

Sommer und 750000 im Winter zur Verfügung. Jedoch sind bei anhaltendem Regenwetter schon $1\frac{1}{2}$ Million Gallonen zu vertheilen gewesen. Herr Clifford schreibt diese momentane Zunahme nicht allein dem vermehrten Regenfall zu, sondern setzt eine Undichtigkeit des Hauptzuführungskanals voraus, der durch ein mächtiges Quellengebiet gezogen ist und bei starkem Quelldruck Quellwasser mit aufnehmen soll.

Die Grösse des Areal (siehe Tafel I) beträgt augenblicklich 150 Morgen, wohl ausreichend für den Sommer, doch bei genannten Uebelständen völlig unzureichend für die Wintermonate, weshalb auch Bedacht auf die Vergrösserung der Bewässerungsfläche genommen werden soll.

Die geognostische Beschaffenheit des Bodens ist eine ganz andere und für genannten Zweck bedeutend ungünstigere, wie bei den beschriebenen Farmen. Die Grafschaft Warwick liegt in der Triasformation, welche gegen Norden Buntsandstein zu Tage treten lässt, dagegen südlich nur in der Basis Buntsandstein enthält, darüber aber Keupermergel und gegen die Oberfläche hin einen sehr schweren tiefgründigen graugelben Thon erzeugt hat. Da das Terrain sehr bergig und hügelig fällt, so sind es namentlich die Thäler, in denen dieser Thon Ackerboden bildend, auftritt, während die Keupermergel an höheren Punkten wiederum viel Quellen führen.

So leidet auch das Warwicker Bewässerungsterrain besonders in den tieferen Partien (die Abtheilungen 12, 13, 14, 15 des Planes, ca. 50 Fuss tiefer gelegen als die Abtheilungen 6 bis 11) an grosser Undurchlässigkeit, so dass in nassen Zeiten während des Winters diese unteren Partien durch die Bewässerung in sehr versumpften Zustand gerathen sind, da die Entwässerung eine sehr mangelhafte ist und nur durch eine sehr gründliche Drainage von diesem Uebelstande befreit werden kann. Man hat auch nun schon theilweise genannte Entwässerungsarbeiten ausgeführt, jedoch meiner Ansicht nach noch nicht ausreichend. Wir kommen auf diesen Punkt noch im folgenden Abschnitt zurück.

Die Anlagen stehen unter specieller Aufsicht des „Local Board of Health“ zu Warwick und unter Oberaufsicht des Herrn B. Latham zu Croydon.

Das Kanalwasser tritt aus dem Hauptzuführungskanal in eine geräumige Kothschleuse, am Fusse des Berges gelegen, auf dem die Stadt Warwick erbaut ist. Aus den Schleusen-

kammern fliesst dasselbe durch ein enges Gitter, hinter welchem die festen unzersetzbaren Stoffe zurückbleiben, in ein Reservoir, aus dem es durch eine Dampfmaschine von 24 Pferdekraft (es sind zwei solcher Maschinen vorhanden, von denen jedoch immer nur eine arbeitet und die andere als Reservemaschine gilt) mittelst eines 24zölligen Rohres 300 Ruthen weit bis auf den höchsten Punkt des Bewässerungsterrains gehoben wird. Die Steigung beträgt 72 Fuss. Hier mündet das Hauptrohr in eine sogenannte Fangschleuse (siehe Tafel III. Fig. I.).

Die Bewässerungssysteme sind das Hangsystem (Abtheilungen 7—11), das Furchensystem (Abtheilungen 5, 6, 12, 13, 15), das Beetsystem (Abtheilung 14). Sämmtliche Arbeiten sind mit grosser Accuratesse ausgeführt, so dass ich sie in Bezugnahme auf die Technik und Ausführung für die gelungensten erklären muss, die ich in England gesehen habe.

Im Furchensystem beträgt hier die Entfernung der Rieseln von einander 48—60 Fuss. Im Beetsystem die Breite der Rücken fast regelmässig 5 Ruthen. Die Vertheilungsgräben haben die im Plane angegebenen Profile. Das klar abfliessende abgerieselte Kanalwasser wird durch einen Bach fortgeführt.

Wie überall, wird auch in Warwick meistentheils italienisches Raygras gebaut, sogar, wie Herr Clifford versicherte, auf den höher gelegenen Feldern 3 Jahre lang mit gutem Erfolge. Das Heu, was mir auf dieser Farm zu Gesicht kam, war von vorzüglicher Qualität. Der erste Schnitt wird mindestens schon im Februar gewonnen, jedoch nur 6 Schnitte pro Jahr ermöglicht. Der erste bringt durchschnittlich 3 tons (60 Ctr.), die mittleren 10 tons (200 Ctr.), die letzten 8 tons (160 Ctr.) Gras. Diese Erträge gelten vom italienischen Raygrase im dritten Jahre, im zweiten Jahre betragen sie $\frac{1}{3}$ mehr.

Zu bemerken ist, dass auf dem kalten schweren Boden zu Warwick die Frühjahrs- und Herbstschnitte gegen die im Süden Englands auffällig zurückbleiben, dagegen die Sommerschnitte bedeutend reicher sind, als jene.

Die tiefliegenden Abtheilungen des Areal's waren früher natürliches Wiesenland (*meadow-land*). Doch hat sich auch hier die Anwendung des Kanalwassers nicht bewährt, sie mussten gebrochen und mit in die Rotation aufgenommen werden. Herr Clifford rühmte mir einige ausserordentliche Ernten, welche derselbe auf diesen Ländereien mit Bohnen (Pferdeböhen) und

Hafer ohne Kanalwasserbewässerung gemacht hatte, nachdem das Land 2 Jahre italienisches Raygras mit übermässiger Winterbewässerung getragen hatte. Ausser italienischem Raygras sah ich noch einige Parcellen mit Runkelrüben und Gemüse, jedoch nur in kleiner Ausdehnung und ohne weitere auffällige, durch das Kanalwasser hervorgebrachte Vegetations-Merkmale.

IV. Rugby.

Rugby, die Versuchsstation der Königlichen Commission für die zweckmässigste Benutzung des Kanalwassers u. s. w., liegt 18 deutsche Meilen von London.

Die Einwohnerzahl beträgt 8000 und die Masse des Kanalwassers täglich ca. 30,000 Cubikfuss. Im Verhältniss dieser nur geringen Masse Kanalwasser ist eine sehr grosse Fläche Landes zur Bewässerung angelegt, augenblicklich gegen 800 Morgen Magdeb., so dass nicht alle Flächen dasselbe regelrecht erhalten können. Rugby liegt in der Triasformation und besitzt ebenfalls den kennzeichnenden Boden derselben, welcher nur durch gründliche Drainage gemildert werden kann. Die Hänge gegen den Avonfluss, welcher die Feldmark begrenzt, fallen leichter und eignen sich besser für die Bewässerung. Seit dem Jahre 1861 ist die Commission unter Vorsitz der Herren Lawes, Way und Rawlinson hier vorzugsweise thätig gewesen. Die umfassenden Versuche sind mitgetheilt in dem „*Report and appendices of the Commission appointed to inquire into the best mode distributing the sewage of towns and applying it to beneficial and profitable uses. London by George E. Eyre and William Spottiswoode*“. Bis jetzt sind 6 Bände erschienen, doch werden die Versuche hier sowie auch an andern Orten Englands noch immer fortgesetzt.

Das Kanalwasser wird mit natürlichem Gefälle aus der hochgelegenen Stadt durch einen gemauerten runden Kanal und von diesem durch eiserne Vertheilungsröhren auf die verschiedenen Bewässerungsflächen geführt. Auch hier wird jetzt das Kanalwasser direct aus dem Hauptkanal zur Bewässerung verwendet; einige grosse, vor dem Areal liegende Filterbassins werden kaum mehr benutzt.

Die Anlagen selbst haben mehrfache Umänderungen erfahren. Gegenwärtig zeigt das stark coupirte Terrain einen sauber ausgeführten Hangbau. Das klar abgerieselte Wasser

fliesst in den, die Bewässerungsflächen begrenzenden Avonfluss. Auch hier ist der Anbau des italienischen Raygrases vorherrschend und wie schon erwähnt, die Bewässerung natürlichen Wiesenlandes so gut wie aufgegeben. Schliesslich gebe ich nun noch die Beschreibung der

V. Camp-Farm bei Aldershott,

indem dieselbe insofern ein ganz besonderes Interesse darbietet, da hier die Kanalwasserbewässerung auf einem Boden zur Anwendung gekommen ist, den man wohl mit Recht in agronomischer Beziehung als den schlechtesten, den es giebt, ansprechen kann.

Sieben deutsche Meilen südwestlich von London, auf dem halben Wege nach Southampton, liegen auf einem circa 500 Fuss über dem Meeresspiegel erhabenen Plateau, die Militairbarackenlager von Aldershott. Dieselben sind in zwei Theile, in ein Nord- und in ein Südlager getheilt, beide sind für circa 20000 Mann eingerichtet. Für das Nordlager besteht noch Abfuhr. Für das Südlager ist jedoch eine Wasserleitung und Kanalisierung eingeführt, und die Auswurfstoffe etc. in flüssiger Form werden, ohne viele Weitläufigkeiten und Beschwerlichkeiten, von Herrn James Blackburn zur Bewässerung von augenblicklich 80 Acres Land benutzt. Die Regierung überliess ihm 100 Acres und das Kanalwasser des Südlagers auf 16 Jahre unentgeltlich unter der Bedingung, sämtliches Kanalwasser zu verwenden und gereinigt in das Flüsschen Blackwater abfliessen zu lassen.

Jedoch ist Herr Blackburn verpflichtet, die ganze Anlage, auch inclusive der Farmgebäude in 16 Jahren ohne Entschädigung an den Militairfiskus zurückzugeben.

Inmitten der Formation der oberen Kreide, welche im Norden, im Westen und Süden das Londoner Tertiärbecken wie ein breites Band umgiebt, erhebt sich zwischen den Flüsschen Whitewater und Blackwater das Plateau, welches in seinen oberen Bodenschichten weitläufige Partien eines feinen losen, sehr tief streichenden Quarzsandes zeigt. Diese losen Sandschichten sind durchsetzt mit braunen und rothen Streifen von Eisenocker, Klumpen zusammengekitteten Quarzsandes, Kalkknoten, sowie einer grossen Menge kleiner bis kopfgrosser abgerundeter Kiesel. Der Oberboden enthält kaum zwei Prozent pflanzlicher Ueberreste von das Plateau theilweise über-

ziehendem magerem Haidekraute. Die Analyse ergab 95 Prozent Quarzsand, 3 Procent Eisenoxyd und 2 Prozent der genannten humificirten Stoffe. Ein solcher Boden ist agronomisch der schlechteste den es giebt, da ihm fast alle die Stoffe mangeln, welche den Pflanzen zu ihrem Wachsthum förderlich sind.

Hierauf hat nun Herr Blackburn mit bedeutendem Kostenaufwand seine Bewässerungsanlagen eingerichtet. Die Planirung des Terrains verursachte erhebliche Kosten, indem theilweise gegen 3 Fuss Erde weggeschafft werden musste, um die Bewässerungsflächen herzustellen. Nach einer Bearbeitung mit dem Untergrundspfluge bis zu 20 Zoll Tiefe wurde das Areal in 20 kleinere Felder zu je 5 Acre getheilt und diese Abtheilungen wieder so eingerichtet, dass jede für sich bewässert werden kann. Inclusive Aufbaues der wenigen Gebäude für den Wirthschaftsbetrieb kostete der Acre 260 Rthl. 20 Sgr.

Da die Anlage fast unmittelbar, in einer Senkung gelegen, an das Südlager grenzt, so ist auch der Weg, den das Kanalwasser, in 18 zöllige Zuleitungsröhren gefasst, mit einem Gefälle von durchschnittlich 1 : 210, zurückzulegen hat, nicht lang. Aus diesem Grunde können sich viele im Kanalwasser befindliche Stoffe nicht so schnell zersetzen, als zur Bewässerung nothwendig ist. Deshalb gelangt das Kanalwasser bei seinem Austritt aus dem Zuleiter zuerst in einen 4—5 Fuss breiten, 30 Fuss langen und 2 Fuss tiefen, in die Erde eingelegten hölzernen Kasten, in welchem sich die festen Stoffe ablagern sollen. Von Zeit zu Zeit werden sie herausgenommen, desinfizirt und zu einer Compostmasse verarbeitet.

Der Niederschlag ist im Verhältniss zur Menge des Kanalwassers sehr geringfügig, denn 27500 tons Kanalwasser hinterlassen in dem Kasten nicht mehr, als 300 tons Absatz von nur, nach Herrn Blackburns Aussagen, geringem Dungwerth.

Das von diesen nicht zersetzten Stoffen getrennte Kanalwasser tritt am Ende des Bassins, das noch durch Vergitterung in zwei Absatz-Abtheilungen getheilt ist, durch eine durchlöchernte hölzerne Platte von unten nach oben in 5 zöllige Röhren ein, welche am Rande der Fläche hinlaufend, dasselbe in die offenen Vertheiler von circa $1\frac{1}{2}$ Fuss Querschnitt abgeben.

Die Bewässerungsflächen werden nach dem Furchensystem mit nur sehr geringem Gefälle 1 : 300 bis 1 : 460 bewässert. Sämmtliche Bewässerungsabtheilungen sind musterhaft egalisiert, so dass

die Verbreitung des Kanalwassers eine sehr regelmässige ist. Als Stauapparate dienen nur kleine Brettchen oder sogar nur fetter Thon in der primitivsten Weise.

Ein Teil des Areal, so hoch gelegen, dass das Wasser auf natürlichem Wege nicht hingelangen kann, wird vermittelt einer Dampfmaschine von 10 Pferdekraft mit Kanalwasser versehen.

Als im Jahre 1865 50 Acre fertig gestellt waren, wurden dieselben ununterbrochen bewässert; der durchlässige Sand nahm nicht weniger als 85 tons Kanalwasser täglich auf, und erst am Ende des Jahres konnte man das Feld mit italienischem Raygras besäen. Im kommenden Jahre erhielt Herr Blackburn schon 5 Schnitte Raygras und durchschnittlich pr. Acker 12 tons (240 Ctr.) grünes Gras; 20 Ctr. werden demselben mit 40—50 Shill. (13 Rthl. 10 Sgr.—16 Rthl. 20 Sgr.) bezahlt. Eine spätere Kartoffelernte nach Raygras lieferte 200 Ctr. pr. Acre. Herr Blackburn wässert jeden Schnitt Raygras zweimal mit je 500 tons Kanalwasser. Seit dem vorigen Jahre werden auch Runkelrüben Kohl, Sellerie und andere Gemüse gebaut und 2—3 mal in der Art und Weise wie sie auf Tafel II., Fig. 5., dargestellt ist, bewässert*).

Es ist wirklich kaum zu glauben, welche grossen Vortheile die Kanalwasserbewässerung auf einen solchen unfruchtbaren Boden, wie der geschilderte ist, in Aussicht stellt. Man könnte wohl wünschen, dass jeder gelehrte und ungelehrte Zweifler an dieser hochwichtigen Sache hierher ginge, um sich durch den Augenschein zu überzeugen und darüber nachzudenken, welche ungerechtfertigte Urtheile er vielleicht in seinem Leben hierüber abgegeben hat und wie gefährlich es ist, über praktische Dinge ohne gründliche Ueberzeugung theoretische Raisonnements abzugeben, deren eitler Inhalt beim Anblick wirklicher Thatsachen wie Spreu im Winde verfliegt. Aber selbst in England giebt es noch viele Leute, die noch immer nicht an die Möglichkeit der Verwerthung von Kanalwasser auf so schlechtem Boden glauben wollen, geschweige denn in unserem theuren Vaterlande, wo namentlich in landwirthschaftlicher Beziehung noch so oft die hypergelehrte Theorie der durchgebildeten praktischen Wissenschaft mit gelehrt klingenden leeren Phrasen die Spitze bieten will.

*) Die Furchen und kleinen Rücken werden mit einem Behäufelungspfluge hergestellt, der in England den Namen „*Double mould board plough*“ führt.

VI. Die Anwendung der Kanalwasserbewässerung auf deutsche Verhältnisse.

Nachdem ich nunmehr in den vorhergehenden Abschnitten die Kanalwasserbenutzung zur Bewässerung, respective flüssigen Düngung in sanitärer, technischer und landwirthschaftlicher Beziehung getreu nach den mir gewordenen Belehrungen englischer Autoritäten, und nach an Ort und Stelle selbst gemachten Wahrnehmungen besprochen habe, erlaube ich mir noch schliesslich, eingedenk des mir gewordenen ehrenhaften Auftrages, meine Ansichten, im Hinblick auf unsere vaterländischen Verhältnisse, über diesen Gegenstand auszusprechen.

Vorzugsweise halte ich mich auch als Bürger der Stadt Danzig, der ersten Stadt Norddeutschlands, welche den weittragenden Beschluss gefasst hat, das Kanalwasser ihrer augenblicklich in der Ausführung begriffenen Kanalisation auf besprochenem Wege zu verwerthen, ferner durch meine zwanzigjährige Wirksamkeit als Kultur-Ingenieur besonders in der Provinz Preussen gewissermassen verpflichtet, mit allen Kräften an dem Gelingen des entworfenen nutzbringenden Projectes beizutragen.

Was nun die Güte und den landwirthschaftlichen Werth des Kanalwassers anbetrifft, das unsere grösseren deutschen Städte erzeugen, so dürfte darin wohl wenig Unterschied gegen das der englischen gefunden werden, obgleich nicht zu leugnen ist, dass die Ernährung in England im Allgemeinen, bezüglich des Substanziellen, eine bessere ist, als bei uns, mithin auch hieraus auf eine Einwirkung auf den durchschnittlichen Werth des Kanalwassers geschlossen werden könnte.

Ueberhaupt liegen in Deutschland noch zu wenig Erfahrungen über diesen Gegenstand vor, als dass man im Stande wäre, hierüber richtige Bestimmungen zu treffen. Neuerdings ist ein Gutachten des Herrn Professor Dr. Pettenkofer über das Kanal- oder Sielsystem in München erschienen (bei H. Manns in München und besprochen von Herrn Dr. Varrentrapp in der Zeitschrift für öffentliche Gesundheitspflege), worin bezüglich des Werthes des Kanalwassers einige interessante, hierher gehörige Untersuchungen enthalten sind. Bekanntlich ist das Kanalsystem in München nur für Aufnahme des Tage und Spülwassers, ohne Fortschwemmung der Excremente, eingerichtet. Um so interessanter sind die folgenden Untersuchungen, welche beweisen, dass der

Inhalt dieses Kanalwassers dem der englischen Städte gleichkommt, in denen bekanntlich alles fortgeschwemmt wird.

In den Jahren 1858 bis 1869 sind in der Ludwigs- und Marktvorstadt durch Herrn Benetti zum Gesamtkostenbetrag von 280400 fl. 44050 neue Kanäle erbaut worden und zwar:

Stammkanäle	7'	Höhe auf	4'	Breite	5750'
Hauptkanäle	6'	„	„	3 $\frac{1}{2}$ '	11200'
Seitenkanäle	5'	„	„	2 $\frac{2}{3}$ '	27100'

Da eine Abzweigung eines Isarkanals in die Kanäle behufs ihrer Spülung nicht möglich erschien, ward die Aufnahme der Abtrittsstoffe ausgeschlossen. Der Ausfluss der Kanäle findet in einen Isararm, den Schwabinger Bach, statt.

In den erwähnten Kanälen fanden sich bei regenloser Zeit 5,2 Kubikfuss Kanalwasser in der Sekunde (gleich 11,186400 Liter in 24 Stunden) wovon 2,4 auf das Hauswasser und 2,8 auf das Spülwasser der Stauschleusen kommen; es macht dies auf den Kopf der in diesem Kanalsystem wohnenden 23647 Personen 465 Liter.

Das Wasser, wie es am Ende des Kanalsystems in den Schwabinger Bach ausfliesst zeigt sich als eine graulich getrübe Flüssigkeit von schwachem Geruch bei bald schwach saurer, bald schwach alkalischer Reaktion. Sowohl das bei Tage als bei Nacht (in regenloser Zeit) gesammelte Wasser war von herum schwimmenden feinen Flocken getrübt, es zeigten sich auch einige grössere Flocken im Schmutzwasser, die sich in kurzer Zeit zu Boden setzten. Das Nachtwasser war etwas dunkler gefärbt. Es hatte eine bräunlich gelbe Farbe, während das Tagwasser gelblich grau war. Beide Wasser rochen Anfangs nicht merklich, nahmen aber nach Verlauf von 2 Tagen einen merklich faulen Geruch an.

Auf einen Liter berechnet führt das Canalwasser

	Am Tage. (In Grammen).	Bei Nacht. (In Grammen).
Mineralische Stoffe, gelöst . .	0,831	0,342
„ „ suspendirt	0,049	0,031
	0,430	0,373
Organische Stoffe, gelöst . .	0,160	0,219
„ „ suspendirt	0,084	0,077
	0,244	0,206
	0,674	0,669

Der Unterschied im Gesammtrückstand ist demnach sehr unbedeutend, geringer bei Tage als bei Nacht. Die Rückstandsmenge ist überhaupt nicht gross, denn würde dieses Kanalwasser durch eine grössere Kies- oder Sandschicht filtrirt, in der auch zugleich Luft zugegen ist, so könnte es den grössten Theil seiner organischen Stoffe durch Filtration und Verwesung (Oxidation) verlieren, und würde dann ein reineres Wasser, als es die meisten Brunnen in München liefern. Nach Abzug der organischen Substanzen hinterliess ein Liter dieses Kanalwassers im Mittel nur 500 Milligramm Rückstand, während das Münchener geschätzte Brunnenthaler-Wasser 460 Milligramm giebt.

Noch eine andere wichtige Thatsache macht sich bei diesen Untersuchungen bemerkbar. So verschieden der Gesammtrückstand von Tag- und Nachtkanalwasser ist, so merklich ist der Unterschied im Gehalt an organischen Stoffen, die während der Nacht wesentlich zunehmen und zwar nicht der suspendirten, deren Menge am Tage sogar etwas grösser als bei Nacht ist, sondern der im Wasser gelösten, welche bei Tage im Liter 160, bei Nacht 219 Milligramm ausmachen, was also einer Vermehrung um 37 Prozent gleich kommt. Woher diese Vermehrung kommt, ist unschwer zu errathen, da trotz des polizeilichen Verbotes alle Nacht ein bedeutendes Quantum verschiedener Exkremente in die Kanäle ausgeleert wird. Aus diesen Thatsachen ergibt sich in Bezugnahme auf Anlage von Kanalisationen die höchst wichtige Erfahrung, dass diejenigen Anlagen, welche nur für Regen-, Spül- und Fabrikwasser angelegt sind, und neben denen noch Abfuhr besteht, entschieden nicht von der Aufnahme genannter Stoffe freigehalten werden können, mithin es entschieden stets das Vortheilhafteste ist, unter allen Umständen nur das Schwemmsystem durchzuführen, in dem alle Stoffe fortgeführt werden.

Der Vergleich der Untersuchungen von Lawes und Gilbert über das Kanalwasser der Stadt Rugby, welche ein solches Schwemmsystem hat, mit denen des Münchener Kanalsystems ist auffällig. Verhältnissmässig trifft auf den einzelnen Einwohner in Rugby keine grössere Wasserzufuhr als auf den in München. Es kommt aber auf einen Liter Kanalwasser;

	in München:	in Rugby:
Gelöste unorganische Stoffe	0,361 Gramm	0,643 Gramm
Suspendirte	0,040 „	1,351 „
	0,401 Gramm	1,994 Gramm

	in München:	in Rugby:
Gelöste organische Stoffe	0,189 Gramm	0,151 Gramm
Suspendirte	0,080 „	0,670 „
	0,269 Gramm	0,821 Gramm

Vergleicht man nun, was in München, Rugby gegenüber, damit gewonnen ist, dass die Einleitung der Excremente am ersteren Orte in das Kanalsystem principiell ausgeschlossen, am zweiten Orte aber principiell durchgeführt ist, so stellt sich heraus, dass ein wesentlicher Unterschied nur in der Menge der suspendirten, nicht aber in der Menge der im Wasser gelösten Stoffe zu finden ist. Dass in Rugby die Menge der im Wasser gelösten unorganischen oder mineralischen Stoffe beträchtlich grösser ist, als in München, ist nicht entscheidend, da die Menge an sich den Gehalt vieler Brunnenwasser nicht überschreitet und man nicht weiss, mit wieviel Gehalt das Wasser in die Kanäle schon eintritt. Wichtiger und entscheidender muss die Menge der gelösten nicht mineralischen, der organischen Stoffe sein und da zeigte sich, dass das Münchener Kanalwasser nicht nur keinen Vorzug vor dem in Rugby hat, sondern sogar beladener damit ist. Das Wasser in Rugby enthält davon durchschnittlich 151, das in München 189 Milligr. im Liter. Da das Wasser, welches in München zur Spülung der Kanäle verwendet wird, fast frei von organischen Substanzen ist, so ist der ganze Gehalt am Ausfluss von in der Stadt gelöstem Unrath abzuleiten. Woher es kommt, dass diese Grösse in München mehr als in Rugby beträgt, ist unschwer zu errathen, namentlich wenn man beachtet, um wieviel die fragliche Menge bei Nacht (219) grösser als bei Tag (160) ist; den Grund davon haben wir bereits angedeutet.

Wenn wir von der mineralischen Substanz ganz absehen und nur den organischen Theil betrachten, so ergiebt sich, dass das Kanalwasser in Rugby davon in gelöstem Zustande (219 : 160) um 27 pCt. weniger als in München enthält, hingegen im suspendirten Zustande (80 : 670) um 837 pCt. mehr. Angesichts dieser Thatsachen muss man zugestehen, dass die Kanäle in Rugby, in denen alles fortgeschwemmt wird (wenn denselben überhaupt eine gewisse Durchlässigkeit zugesprochen werden kann), den Untergrund der Stadt jedenfalls nicht mehr verunreinigen, als die Kanäle in München, in welche Excremente zu bringen verboten ist.

Aehnliche Verhältnisse, wie in München, mögen auch wohl in allen den Städten herrschen, denn sie sind kaum zu vermeiden, in welchen das Kanalsystem ohne Aufnahme der Auswurfstoffe zur Ausführung gekommen ist. Es lässt sich mithin wohl als sicher annehmen, dass der Werth des Kanalwassers namentlich bei vollem Kanalschwemmsystem wohl beinahe derselbe sein wird, wie in den englischen Städten, und man hoffentlich sehr bald das letztere System, wie ja auch bereits in Danzig geschehen ist, überall annimmt und in gleicher Weise bestrebt sein wird, die Kanalwassermassen nutzbringend für Bewässerungsanlagen zu verwerthen.

Höchst wichtig sind nun für die Bewässerungskulturen, namentlich im nördlichen Deutschland, die klimatischen sowie die Bodenverhältnisse, welche ganz entschieden von denen in England ungünstig für uns abweichen.

Obwohl zugegeben werden kann, dass der Temperaturwechsel in England häufiger und plötzlich eintritt, so ist doch im Ganzen genommen die Durchschnittstemperatur an Wärme eine bei Weitem günstigere als im nördlichen Deutschland. Namentlich herrscht bei diesem Wärmedurchschnitt eine grössere Luftfeuchtigkeit, welche vorzugsweise auf den Graswuchs sehr vortheilhaft einwirkt. Wenn auch zu gewissen Zeiten eine gleiche Kälte wie bei uns herrscht, so ist doch der Winter kürzer, die Frühjahrestemperatur gleichmässiger und der Herbst von unbeschreiblicher Milde und Beständigkeit. Da nun durchaus keine Erfahrungen bei uns vorliegen, wie die klimatischen Verhältnisse auf die in Rede stehenden Bewässerungskulturen einwirken können, so ist doch, wie bereits im zweiten Abschnitt dieses Werkchens ausgeführt, die Temperatur des Kanalwassers eine massgebende. Wir haben gesehen, dass, je kälter das Wetter ist, desto wärmer wird das Kanalwasser, und auf Grund dieser Eigenschaft kann das Kanalwasser auch in den Wintermonaten auf das Land gebracht werden, ohne dass man ein ganzliches Einfrieren zu befürchten hätte. Hieraus geht hervor, dass namentlich in den Städten des nördlichen Deutschlands, wo die Einwohner Häuser und Zimmer in einer bedeutend höheren Temperatur zu erhalten pflegen, als in England, das Kanalwasser im Winter auch einen bedeutend höheren Wärmegrad zeigen wird, als man in England beobachtet hat. Es wird daher, je grösser der Kältegrad ist, auch die Temperatur des Kanal-

wassers an Wärme zunehmen. Bei 6—10 Grad Kälte zeigte sich auf den bewässerten Feldern in England nur eine sehr dünne Eisdecke über den Spitzen der Pflanzen, ohne an Stärke zuzunehmen. Da sich nämlich die Wärmetemperatur des Kanalwassers unter, die kalte Atmosphäre über dem Eise befindet, das Eis aber ein nur schlechter Wärmeleiter ist, so stellt sich heraus, dass sobald auf der äusseren, den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten Fläche eine Neigung zum Frieren stattfindet, dagegen auf der unteren Seite, auf welche die warmen Dünste des Kanalwassers einwirken, eine Neigung zum Thauen eintritt. Natürlich werden auch über diesen Punkt Erfahrungen nur massgebend sein können.

In Betreff nun des Niederschlages und seines Einflusses auf die Bewässerung, so sind die jährlichen Niederschlagsmengen im nördlichen Deutschland bedeutend geringer, wie in England. Der zehnjährige Durchschnitt hier ergiebt 21—22, in England dagegen 28—30 pariser Zoll. Im Durchschnitt sind es nur ungefähr 14 Tage im Jahre, an welchen der Niederschlag bei uns in 24 Stunden $\frac{1}{4}$ Zoll, nur 6 Tage, an welchen er $\frac{1}{2}$ Zoll erreicht oder übersteigt, und nur ein Tag jährlich, an welchem der Regenfall 1 Zoll in 24 Stunden beträgt. Diese sehr gleichmässige Vertheilung der Niederschläge ist allerdings für uns im Hinblick auf die Kanalwasserbewässerungen günstiger als in England. Auch lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass man eine grössere Quantität von Kanalwasser pr. Acre, resp. pr. Morgen verwenden kann, als es bis jetzt die Erfahrungen in England gelehrt haben.

Eine wichtige Rolle spielt bei Bewässerungsanlagen jeglicher Art der Boden. Mit dem Rieselwasser tritt derselbe stets in Wechselwirkung; seine Beschaffenheit und Zusammensetzung ist daher von ganz besonderer Wichtigkeit und muss vor Anlage jeder Bewässerung genau gekannt sein. Der Boden, der sich im Allgemeinen gut für eine Bewässerung eignen soll, muss im Stande sein, eine möglichst grosse Menge von Wasser in sich aufzunehmen, dieses Wasser allmählig durchzulassen, jedoch nicht zu schnell in den Untergrund zu versenken, gewissermassen zu filtriren. Je mehr Pflanzennährstoffe er aus dem Wasser binden kann, desto mehr eignet er sich zur Bewässerung. Undurchlässige Bodenarten, der Luft und Wärme nicht zugänglich, eignen sich weniger zur Bewässerung und können

nur durch kostspielige künstliche Vorrichtungen in den Zustand einer vortheilhaften Aufnahme des Wassers gebracht werden.

Da wir nun hauptsächlich das nördliche Deutschland für Bewässerungskulturen durch Kanalwasser im Auge haben, so sei es uns vergönnt, über diesen so wichtigen Factor jeder Bewässerung namentlich über die Entstehung und Zusammensetzung des Bodens einige Worte zu sagen.

Zur Erzielung grösstmöglicher Reinerträge ganz besonders im Hinblick auf die in Rede stehenden Kulturen, muss man den Grund und Boden, den man bewässern will, zunächst gründlich kennen. Die allein auf empirischem Wege gewonnene Kenntniss des Bodens genügt hierzu nicht, dieselbe bedarf der Erklärung und Ergänzung durch die Wissenschaft, deshalb haben die Resultate der wissenschaftlichen Untersuchungen über die Entstehung und Beschaffenheit des Bodens für Jeden, der sich überhaupt mit landwirthschaftlichen Fragen befasst, ein hohes Interesse und werden, wenn man keine Fehlgriffe machen will, zur Nothwendigkeit.

Es gab eine Zeit, zu der der grösste Theil unserer Erdoberfläche, namentlich im nördlichen Europa, noch von über 1000 Fuss tiefen Meeren überfluthet wurde. In diesen grossen Wassermassen befanden sich die durch Zertrümmerung und Verwitterung von den anstehenden Urgebirgen des Nordens losgelösten Theile, welche nach und nach in Ruhe gekommen, sich wieder absetzten und auf diese Weise die verschiedenen Schichten unseres vaterländischen Bodens bildeten. Je nach den verschiedenen Umständen setzten sie sich hauptsächlich der Schwere nach ab und gaben Veranlassung zu der Schichtenfolge, die wir im Allgemeinen, namentlich in unserem vaterländischen Flachlande, das Diluvium nennen. Dieses Diluvium besteht aus drei übereinanderliegenden Schichten, welche sich vielfältig und in grosser Regelmässigkeit finden, nämlich in Lehm, Lehmmergel und zu unterst dem diluvialen Sande. Es konnte nicht ausbleiben, dass im Laufe der Jahrtausende beim allmählichen Fallen der Diluvialgewässer diese Schichten theilweise wieder verändert wurden und in der sogenannten älteren Alluvialepoche, wie man diese Zeit geologisch nennt, zu Neubildungen Veranlassung gaben. Diese Neubildungen wurden durch zwei Naturthätigkeiten, Fortwaschung (*Erosion*) und durch Aufschwemmung (*Alluvion*) herbeigeführt, so dass allmählig andere Boden-

verhältnisse Platz griffen. Durch Erosion wurden die vormaligen Schichten, entweder nur zum Theil, oder ganz zerstört und fortgeführt, um sich anderweitig wieder abzulagern. Durch Aufschwemmung wurde namentlich das ursprüngliche Diluvium mit Sandmassen bedeckt, dem sogenannten Alluvialsande, wesentlich verschieden, jedoch daraus entstammend, von der untersten Bodenschicht, dem Diluvialsande. Es erklärt sich also durch beide Umstände sehr leicht, dass an der Oberfläche einzelner Gegenden unseres vaterländischen Flachlandes bald Lehm, bald Lehmmergel zu Tage liegt, oder beide Schichten durch alluvialen Sand wieder bedeckt sind. Selbst der Diluvialsand, nachdem er beide oberen Schichten verloren, steht hin und wieder in grossen Massen zu Tage. Dennoch aber giebt es ganze Gegenden, in denen eine solche Veränderung nicht stattgefunden hat, sondern die genannten ursprünglichen Diluvialschichten wohl geordnet zu finden sind. Es sind dies meist solche Gegenden, wo keine heftig strömenden Gewässer eingegriffen haben. Die unterste Diluvialschicht, der Diluvial- oder Quartär-Mischsand, wird als solcher in der Beschaffenheit, wie man ihn in seiner ursprünglichen Lage unter dem Lehmmergel findet, sehr selten an der äusseren Oberfläche gefunden, da er dort den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt ist und zu Alluvialsand wird, und nur noch in grösserer Tiefe seine Ursprünglichkeit bewahrt. Derselbe besteht vorzugsweise aus gelblich gefärbten gröberen Quarzkörnern, durchsetzt mit fleischrothen Feldspathstückchen, einzelnen braunen Glimmerblättchen und Kalkfragmenten, weshalb er auch gewissermassen als ein Sandmergel zu betrachten ist. Der Unterschied zwischen Diluvial- und Alluvialsand ist nun der, dass ersterer vermöge seines Kalkgehaltes unter Säuren braust, letzterer sich jedoch passiv verhält, letzterer ferner stets feiner im Korn ist und sein Feldspath eine vorgeschrittenere Verwitterung zeigt. Der Gehalt an kohlen saurem Kalk im Diluvialsande beträgt bis zu 2 Prozent. Wo der Diluvialsand nach Verlust seiner über ihm gelagerten Schichten, Lehm und Lehmmergel, zu Tage tritt, bildet er wegen seiner grossen Tiefgründigkeit und Mächtigkeit meistens einen zwar sehr durchlässigen, aber doch unfruchtbaren Boden. Für Bewässerungsanlagen ist ein solcher Boden, da er ungeheure Wassermassen zu verschlingen im Stande ist, schwierig zu behandeln. Der Lehmmergel, die Zwischenbodenschicht des Diluviums, ist

diejenige Bodenart, welche, wenn sie Ackerboden bildet, am reichsten mit mineralischen Pflanzennahrungsstoffen versehen ist. Dieselbe enthält fast alle diese Stoffe und ist namentlich reich an kohlensaurem Kalk. Man unterscheidet verschiedene Varietäten des Lehmmergels, je nach der stärkeren oder schwächeren Sandbeimengung und der Grösse der Sandkörnchen. Der feinste Lehmmergel ist der sogenannte Lössmergel, eine Bodenart von ausserordentlicher Feinheit und Lockerheit, da in ihm die Sandkörnchen äusserst klein sind, er aber besonders an Phosphorsäure reich ist, die bis zu $\frac{1}{10}$ Prozent in ihm gefunden worden ist. In verschiedenen Gegenden unseres Vaterlandes liegen die Mergelschichten zu Tage und bilden immer Ackerboden erster Klasse, wie z. B. die bekannten Bördeböden am Rhein, in Sachsen, Pommern, sowie auch theilweise in der Provinz Preussen. Da die Mergelschichten durchweg nicht überaus mächtig auftreten und unter ihnen der Quartärsand folgt, so sind diese meistentheils von einer für den Pflanzenbau wohlthätigen Durchlässigkeit und eignen sich ganz vorzüglich für Bewässerungsanlagen. Die dritte Bodenschicht, der Lehm, liegt unmittelbar über der Mergelschicht, und zwar in vielen Fällen so eng mit derselben vereinigt, dass man die Grenze zwischen diesen beiden Schichten häufig kaum wahrnehmen kann. Dieses Engverbundensein ist auch insofern natürlich, weil beide Schichten ursprünglich Schlammsschichten waren, deren Berührungsflächen sich innig mit einander vermengt haben. Mitunter finden sich an diesen Punkten dünne Sandstreifen, die jedoch unregelmässig vertheilt sind, so dass sie als eigenthümliche Schichten keinen Anspruch haben. Der Lehm ist ebenfalls reich an mineralischen Pflanzennahrungsstoffen, enthält auch Phosphorsäure, aber bei Weitem sind diese Stoffe nicht in dem Masse vorhanden, wie im Mergel, da ihm der Kalk, dieser so wichtige Bestandtheil desselben, stets fehlt. Dieser Umstand kann als ein vollgiltiges Unterscheidungszeichen vom Mergel angesehen werden. Ebenso wie der Lehmmergel fällt auch der Lehm je nach seiner Sandbeimischung verschiedenartig. Je weniger Sand derselbe enthält, also je mehr Thonmasse in ihm vorhanden ist, je schwerer und bündiger ist derselbe. Je schwächer die unter ihm liegenden Lehmmergel- und Quartär-Sandschichten sind, um so undurchlässiger und wasserbindender wird derselbe sein. Deshalb eignet sich der schwere Lehm Boden weniger zur Bewässerung, da nur

durch die gründlichste Entwässerung (Drainage) ein solcher Boden mit der Zeit für die Bewässerung geschickt gemacht werden kann. Unter dem jüngeren Diluvium (Jung-Quartär) was wir eben beschrieben haben, findet sich nun das ältere Diluvium (Alt-Quartär) bestehend aus Thonmergeln und groben Kies- und Sandschichten (Drift). Diese Formationen treten jedoch selten zu Tage um Ackerboden zu bilden und dann nur, wenn sie ihn bilden, im kleinen Massstabe.

Ausser diesen von den ursprünglichen Diluvialsedimenten abstammenden Bodenarten finden wir nun durch die erwähnte alt-alluviale Thätigkeit (Erosion und Aufschwemmung) gebildete sogenannte „Menggebilde“ in grosser Ausdehnung im norddeutschen Flachlande vor. Wir unterscheiden in ihnen je nach ihrer Entstehung den sandigen Lehm Boden, dergleichen Lehmmergelboden und schliesslich den lehmigen Sandboden.

Nicht überall haben die nivellirenden Gewässer früherer Perioden die ursprünglichen normalen Sedimente ganz vertilgt, sondern dieselben in der verschiedensten Mischung untereinander vermengt und auf diese Weise für den Ackerbau und die Pflanzen-Production sehr glückliche Verhältnisse herbeigeführt.

So entstand der sandige Lehm Boden durch eine Zerstörung der oberen normalen Lehmschicht und Vermischung derselben mit alluvialen Sandmassen von dem günstigsten prozentischen Mengungsverhältnisse bis zum Uebergewicht des beigemengten Sandes. (Alluvialsandboden). Dieser sandige Lehm Boden ist der vorzugsweise verbreitetste Getreidekulturboden im norddeutschen Flachlande. Er verdient diese Bezeichnung vermöge seines vortrefflichen Mengungsverhältnisses aller wesentlichen Substanzen, wodurch er fähig ist, im Wechsel der atmosphärischen Einwirkungen doch stets sichere Erträge zu gewähren, und weil das wirksamste Verbesserungsmaterial, der Lehmmergel, so nahe wie möglich, nämlich unmittelbar unter seiner regenerirten Lehmschicht, meist in geringer Tiefe zu finden ist. Dieses Lagerungsverhältniss unterscheidet ihn wesentlich vom „lehmigen Sandboden“, so dass sich dasselbe als Unterscheidungszeichen dringend empfiehlt. Der lehmige Sandboden ist entstanden entweder aus den auf der Diluvialsandformation zurückgebliebenen schwachen Resten der Lehm- und Lehmmergelformation oder aus Alluvionen, welche von diesen beiden der Oberfläche des Sandes zugeführt wurden, es ist also die Stammformation oder der Untergrund Sand und

nicht Lehm, daher auch kein Lehmmergel in der Tiefe zu erwarten ist, auch ist der Thongehalt meist gering und sogar in steter Abnahme begriffen.

Dagegen zeichnet sich der „sandige Lehmmergelboden“, von dem bedeutende Flächen im Flachlande vorkommen, durch grosse Fruchtbarkeit aus. Das Fehlen der Lehmschicht ist einfach in der Erosionsthätigkeit des Wassers, namentlich in Verbindung dieser Thätigkeit mit allmählichen Niveauveränderungen zu suchen. Im sandigen Lehmmergelboden sind, wie im ursprünglichen Lehmmergelboden, die mineralischen Hauptsubstanzen am vollständigsten enthalten. Die grössere Beimischung alluvialer Sande giebt demselben bei tiefer Bearbeitung eine vermehrte Productionskraft.

Alle diese Bodenarten begründen ihren agronomischen Werth überhaupt in den Abstufungen der Prozentsätze der Hauptgemengtheile, ferner auf ihre Untergrunds-, so wie auch klimatischen Verhältnisse der Gegenden. Für die Bewässerung eignen sich diese Böden vortrefflich, besonders weil sie bei ihrem natürlichen Werth ausserdem noch von guter Durchlässigkeit sind und sich die düngenden Bestandtheile des Wassers am leichtesten mit ihnen verbinden.

Das eigentliche Alluvium, die jüngste noch fortwährend sich theils durch organische, theils durch chemische Thätigkeit erzeugende Erdbildung, meistentheils im grösseren Massstabe an den Ufern der Ströme und Seen vorkommend, oder Thäler ausfüllend, die früher von grösseren Strömen durchfluthet wurden, besteht nun aus Alluvialsanden verschiedener Beschaffenheit, aus Ablagerungen lehmigen und thonigen Inhalts (Flusslehm und Alluvialthon), aus Moor und Torf. Die ersteren sind das Product mechanischer, die letzteren theils mechanischer, theils hydrochemischer Thätigkeit.

Die ersteren alluvialen Ablagerungen finden sich in grösseren Flächen als Ackerboden vorzüglicher Qualität, wie z. B. die Elb-, Oder- und Weichselniederungen, auch zählen hierzu die reichen Marschgegenden des nördlichen Deutschlands.

Aus Moor, Bruch und Torf bildet sich das eigentliche Wiesenland. Alle diese Bodenarten eignen sich bei guter Entwässerung meistentheils zu Bewässerungen, doch sind es wohl vorzugsweise die Bildungen des Diluviums, die an den meisten

Orten bestimmt sein werden, die Massen des Kanalwassers aufzunehmen.

Nach dieser kurzen geognostischen Skizze leuchtet ein, dass bei Projectirung grösserer Flächen zur Kanalwasserbewässerung die genaueste Kenntniss des Grund und Bodens auf Grund geognostisch-agronomischer Kartirungen eine nicht zu unterschätzende Vorarbeit sein muss, wenn man nicht im Dunkeln tappeln und auf's Gerathewohl sein Glück versuchen will. Aus der genauen Untersuchung des zu bewässernden Bodens nach geognostisch-agronomischen Grundsätzen ergeben sich sofort die übrigen physikalischen Eigenschaften desselben, seine wasserfassende und wasserhaltende, seine wärmehaltende Kraft, Volumensveränderung beim Austrocknen u. s. w. Es ergibt sich ferner hieraus ein Hauptfactor jeder Bewässerung, die gründliche und zweckentsprechende Entwässerung.

Wie wir aus den speciellen Beschreibungen der englischen Kanalwasser-Bewässerungen entnehmen können, so hat man dort für einen grossen Theil derselben nur solche Terrains ausgewählt, deren geognostische Beschaffenheit bezüglich ihrer Durchlässigkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Da, wo man solche Areale nicht beschaffen konnte, wie z. B. in Warwick, hat sich sofort der hindernde Uebelstand einer mangelnden Entwässerung, ein allmähliges Versumpfen, herausgestellt. Es ist natürlich, dass bei dem ununterbrochenen Zufluss des Kanalwassers, Winter und Sommer, wenigstens auf wiederkehrende bestimmte Abtheilungen des Bewässerungsareals, hinsichtlich der Entwässerung noch viel durchgreifendere Massregeln und Anordnungen Platz greifen müssen, als bei Bewässerungsarbeiten gewöhnlicher Art, wo die Wässerung nur eine bestimmte Zeit im Jahre dauert, in der übrigen Zeit die Wiesen jedoch trocken liegen.

In den meisten Fällen wird man jedoch nicht in der Lage sein, das Bewässerungsareal in der Nähe grösserer Städte nach Bequemlichkeit und zutreffend günstiger Beschaffenheit für die Anlagen jedesmal auswählen zu können, man wird mithin immer daran denken müssen, auch minder günstige Terrains zu benutzen, um diese für die permanente Aufnahme der Kanalwassermengen geeignet zu machen. Unter diesen Vorbereitungen steht nach der geognostischen Untersuchung des Terrains, derselben angepasst, die zweckentsprechende Entwässerung oben an.

Eine solche gründliche Entwässerung, die unfehlbar und dauernd wirken soll, kann nur durch Drainage herbeigeführt werden. Die Drainage ist meiner Ansicht nach in grösserer oder kleinerer Ausdehnung je nach der Beschaffenheit des Grund und Bodens bei allen diesen Anlagen unerlässlich, da sie nur als der einzige richtige Regulator einer sich einstellenden Verwässerung betrachtet werden kann.

Auch sie richtet sich, wie schon gesagt, in ihrer Ausführung streng nach den gefundenen geognostisch-agronomischen Resultaten. Die Mächtigkeit der undurchlässigen Schichten (Thon, Lehm, in weiterer Tiefe Thonmergel, Siekerthon, thonig-sandige Drift, Schluff), diese Träger und Ursachen der verbreiteten Undurchlässigkeit des Untergrundes respective des Grundwassers werden durch die geognostischen Forschungen bekannt. Je nach diesem Befund muss sich auch die Art und Weise der Drainirung richten, ob eine lokale oder systematische Arbeit nothwendig erscheint. Die genaue Bodenuntersuchung giebt auch ferner in Bezug auf den hervorzubringenden Effect Einblicke und Klarheit in die anzuwendende Technik, da die beiden hauptsächlichsten Factoren, Tiefe und Entfernung der Drainstränge, von ihr abhängen. Werden nicht beide den vorliegenden natürlichen Verhältnissen genau angepasst, so ist die unausbleibliche Folge, Missglücken der vorgenommenen Arbeit und Ausbleiben des erwarteten Effects, doppelt gefährlich für vorliegende Zwecke, wo ein auf künstliche Weise bedeutend vermehrter Wasserzufluss die Anlagen ununterbrochen in Thätigkeit erhält. Nur durch ein auf genannte Untersuchungen basirtes glückliches Zusammenfassen aller dieser Umstände wird man im Stande sein die einzelnen Momente einer günstigen Zusammenwirkung, als genügende Senkung des Grundwassers, Porösewerden des undurchlässigen Bodens, das Einführen der befruchtenden Luft an die Stelle des tödtenden Stagnationswassers, die Erwärmung des Bodens und die daraus nach und nach folgenden physikalischen Veränderungen der Gesamtmasse für die in Rede stehenden Kulturen herbeizuführen.

Dass das vom Kanalwasser herstammende Drainwasser klar und rein die Drains verlässt, haben wir schon mehrfach bei Besprechung der englischen Anlagen berührt. Jedoch kann hierbei nicht unerwähnt bleiben, dass z. B. in Warwick bei übermässiger Ueberfüllung des Bodens mit Kanalwasser namentlich in den

Wintermonaten der Boden zuletzt nicht mehr im Stande war, das Kanalwasser völlig zu reinigen, die Drains vielmehr getrübt liefen. Es stände diese Wahrnehmung im Widerspruch mit Herrn B. Lathams Versuchen in Croydon, jedoch lässt sich dieser Widerspruch durch die gänzlich verschiedenen Untergrundsverhältnisse zwischen Croydon und Warwick, so wie durch die unzureichende Drainirung des Warwicker Bewässerungsareals genügend erklären.

Werfen wir nun einen Blick auf die technische Ausführung der Bewässerungsarbeiten, sowie auf die für eine bestimmte Fläche zu verwendende Menge des Kanalwassers, so liegt, was ersteren Punkt anbetrifft, keine durchschlagende Veranlassung vor, die englische Technik zu verwerfen, obgleich nicht zu leugnen ist, dass in den Ausführungen deutscher Bewässerungsarbeiten (Rieselwiesen) mehr Grundsatz bei Ausführung der verschiedenen Systeme vorhanden ist, als in England. Doch ist hierbei zu bedenken, dass die Bewässerungssysteme für Kanalwasser auf Flächen, welche periodisch dem Pfluge wieder unterworfen werden, anders gestaltet sein müssen, als auf fest niedergelegten Rieselwiesen, dass auch vermöge des grossen Dunggehaltes des Kanalwassers nicht im Entferntesten das Quantum Wasser zur Verwendung kommt, wie auf Bewässerungsflächen mit Fluss- oder Bachwasser.

Nach meiner durch Studium in England gewonnenen Ueberzeugung muss es beim Bau derartiger Bewässerungsarbeiten Grundsatz sein:

- 1) sich möglichst beim Project den Terrainverhältnissen zu accomodiren, so wie die Planirungsarbeiten bei dem grösseren Umfang der Flächen mit grosser Accuratesse zu behandeln;
- 2) möglichst nur solche Bewässerungsabtheilungen zu bilden, die gleichzeitig beim Rotationswechsel als zusammen gehörend verbleiben können;
- 3) bei Ausführung bestimmter Bewässerungssysteme (Hangbau, Rückenbau) eine gleichmässige Breite, Länge, Höhe, je nach den obwaltenden Gefällverhältnissen, (Hänge, Rücken, Zwischenräume) bei möglichst gleichmässig vertheilten Gefällen zu construiren;
- 4) bei Anordnung von Vertheilungsgräben die grösste Umsicht in der Bestimmung ihres Querprofils walten zu lassen, weil

diese Gräben nicht allein eine gewisse Menge Wasser fortführen, sondern auch davon an verschiedenen Punkten an die Wasserrinnen abgeben und vertheilen sollen; hieraus jedoch spätere Bestimmungen über die Mengen des zu verwendenden Kanalwassers für die verschiedenen Früchte leicht durch Erfahrungen festgestellt werden können;

5) kostspielige Schleusenbauten im Hinblick auf den Wechsel der zu bewässernden Früchte möglichst zu vermeiden und dieselben vielmehr durch transportable Stauvorrichtungen zu ersetzen. (Siehe Tafel IV. Figur 2);

6) die unerlässlichen Hauptschleusen jedoch massiv zu bauen, damit sie beim Umpflügen der Flächen nicht beschädigt werden können;

7) bei guten Gefällverhältnissen die Hauptvertheiler möglichst als Röhrenleitungen in entsprechender Weite zu projectiren. Ob die Petersen'sche Kulturmethode auf geeigneten Flächen in Anwendung kommen kann, darüber erlaube ich mir bei dem starken Dunggehalt des Kanalwassers in ungereinigtem Zustande noch kein Urtheil zu fällen. Da jedoch hiermit in diesem Jahre umfassende Versuche gemacht werden sollen, so werde ich seiner Zeit darüber berichten.

Den zweiten Punkt, die zu verwendende Menge des Kanalwassers, halte ich jedoch der allergrössten Beachtung werth und erlaube ich mir hierüber einige zur Sache gehörige Zusammenstellungen zu machen.

Selbst der flüchtigsten und einseitigsten Beobachtung kann es nicht entgehen, dass der Einfluss des Wassers auf das Gedeihen der Pflanzen bald im hohen Grade befruchtend, unter Umständen jedoch nachtheilig wirkt. Was die natürliche Flora anbetrifft, so sind einige Autoritäten, wie z. B. der ältere und jüngere Decandolle sogar soweit gegangen, im Gegensatz zu der bekannten Mineraltheorie, welche das gesamte Pflanzenreich nach dem vorwaltenden Bedürfniss an gewissen Bodenbestandtheilen in Kieselpflanzen, Kalkpflanzen u. s. w. eintheilt, jeden direkten Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung des Bodens und der Verbreitung der Pflanzen in Abrede zu stellen und dem Boden nur nach seinem Verhalten gegen die Feuchtigkeit hierbei eine Bedeutung beizulegen. Es ist ohne Zweifel richtig, dass in fast allen Klassen des Pflanzenreichs einzelne Arten dem Wasser mehr zugethan sind als andere, so dass man,

wollte man hiernach Eintheilungen machen, nicht ganz uninteressante Gruppen der trocken-feuchtigkeitsliebenden und Wasserpflanzen zusammenbringen könnte. Es würden derartige Forschungen in Bezugnahme auf die Praxis sehr wichtige Resultate liefern und namentlich für die in Rede stehenden Zwecke unschätzbar sein. Besonders auffällig tritt dieser Umstand in der Klasse der Gräser auf, und die genaue Kenntniss desselben ist ohne Zweifel die erste Grundlage des rationellen Wiesen- und Grasbaues.

Blicken wir in Wirklichkeit um uns, so sehen wir in den Wäldern die Riesen der Pflanzenwelt je nach der Bodenverschiedenheit verbunden mit dem Feuchtigkeitsgrade, bald die trockenliebenden Kiefern-, Fichten- und Tannenarten vorherrschend, bald nehmen Eichen, Buchen, Linden, Eschen, Birken, die einen mehr gebundenen Feuchtigkeit haltenden Boden lieben, den Hauptbestand ein. Hier dominirt die eine Baumart über alle anderen, dort bilden die sämtlichen genannten Bäume ein unerkennbares Durcheinander und repräsentiren den prächtigen Hochwald. Da wo stagnirendes Wasser feuchte verwässerte Partien bildet, streben aus verwachsenem Weidendickicht schlanke Erlen empor, und zeigen uns die wasserliebenden Pflanzenriesen dieser Vegetationsgruppierungen. Ganz dasselbe Verhältniss finden wir im Kleinen auf den Wiesen. Eine reiche Menge Pflanzen, vorherrschend Gräser, mit klecartigen und anderen Pflanzentypen vermischt, wuchern dort dichtgedrängt gesellschaftlich mit einander, je nachdem ihre Vegetationsbedingungen es erheischen. Stets sehen wir sämtliche Individuen mit seltener Harmonie gepaart, mit grosser Gleichmässigkeit vereint, nur abnorme klimatische Verhältnisse, wie zu grosse Dürre, plötzliche Verwässerung durch nasse Jahre oder anderweitige Zufälle herbeigeführt, lassen die eine oder die andere Art in den Vordergrund treten, je nachdem sie die ihrer grösseren Entwicklung und Verbreitung günstigen Bedingungen plötzlich vereinigt finden, mit einem Wort, bald werden mehr trocken liebende, bald feuchtigkeitsliebende den Hauptbestand bilden.

Aus diesen natürlichen Gründen werden sich auch bei in Rede stehender Bewässerung die verschiedenen Gewächse verschieden zu derselben verhalten. Die eine Gattung wird mehr wie die andere des Wassers bedürftig sein und hiernach wird sich im Allgemeinen wohl der Wasserverbrauch naturgemäss richten müssen.

Wie ich schon ausgeführt habe, muss bei unseren klimatischen Verhältnissen die Entfernung der Nässe, des überflüssigen stauenden Wassers, die erste Bedingung zur Erzielung befriedigender Erträge sein, um so mehr bedarf es meiner Meinung nach eines Anhaltes bei der Kanalwasserbewässerung, bei welcher das Land Winter und Sommer getränkt wird, annähernd zu wissen, wie viel man, wenn wir nur den Grasbau vorläufig im Auge haben, für eine bestimmte Fläche Landes, ohne des Guten zuviel zu thun, verabfolgen kann. Dass man bedeutend geringere Mengen Kanalwasser zur Erzielung befriedigender Ernten braucht, liegt schon selbstredend in der enormen Dungkraft des Kanalwassers und die englischen Erfahrungen zeigen uns deutlich, wie gering sich der Wasserverbrauch von Kanalwasser gegen Bewässerungen mit gewöhnlichem Wasser stellt. Um jedoch in dieser Beziehung einige Vergleiche anzustellen, so versuchen wir es, uns über diesen Punkt in der betreffenden durch die Praxis geläuterten Literatur Rath zu holen, obgleich wir hier in ein Labyrinth gerathen, aus welchem herauszufinden nicht so ganz leicht ist. Die hierauf bezüglichen Angaben der einzelnen Schriftsteller*) weichen nämlich in einem so hohen Grade von einander ab, wie bei keiner andern landwirthschaftlichen Frage, namentlich hat die neuere Zeit auch noch durch die immer mehr und mehr um sich greifende Petersen'sche Wiesenkulturmethode, bei welcher durch sinnreiche Anordnungen mit einem Minimum von Wasser die ausserordentlichsten Erträge erzielt werden, der älteren Berieselungskunst einen fühlbaren Stoss gegeben. Gehen wir nun bis in die ältesten Zeiten zurück, so hat namentlich Spanien, bereits aus der Zeit der Mauren herstammend, Bewässerungsanlagen aufzuweisen und bis auf den heutigen Tag wird dort sowohl auf Ackerländereien, als auch auf Wiesen von diesem Mittel zur Steigerung der Bodenerträge der ausgedehnteste Gebrauch gemacht. Ausführlichere Nachrichten darüber finden sich in dem Werke: *Voyage en Espagne dans les années 1816—1819, ou recherches sur les arrosages sur les lois et coutumes qui les régissent & c. par. M. Jaubert de Passa: 2 tomes Paris 1823.* Der Verfasser bezeichnet (*tome I. page 106*) eine tägliche Irrigationshöhe**)

*) Wir benutzten ausser den sachgemässen Zusammenstellungen Professors Dr. Segnitz: „Ueber die zur Bewässerung der Wiesen erforderliche Wassermenge,“ die Lehrbücher von L. Vincent, Fries, Häfener, Patzig.

**) Zum besseren Vergleiche der nachstehenden Angaben, bei welchen so verschiedene Raum- und Flächen-Masse in Anwendung kommen, müssen

von 3 Zoll als äusserste Grenze, glaubt aber, dass sich mit der hiernach für ein Tagewerk berechneten Wassermenge eine 44mal so grosse Fläche bewässern lasse, indem in der betreffenden Gegend von einer Wässerung zur andern ebensoviel Tage zu vergehen pflegen. Obige 3 Zoll betragen etwas mehr als 8 Centimeter. Die allgemeine Verbreitung der Bewässerung mag in Spanien die äusserste Sparsamkeit im Gebrauch des Wassers nöthig machen, jedoch scheint es, wenn man annimmt, dass dieses Mass auf eine 44mal so grosse Fläche auszudehnen wäre, die zu verwendende Wassermenge eine ungeheuer geringe ist und wohl nur als mässige Anfeuchtung betrachtet werden kann.

Ganz besonders haben die Bewässerungen in der Lombardei von je her die Aufmerksamkeit der Landwirthe erregt und es ist nicht zu läugnen, dass ihnen mit Recht ein bedeutender Antheil an dem Wohlstande des Landes zuzuschreiben ist. Nach Burger (Die Landwirthschaft in Oberitalien, Theil II) ist das Wasser dort eine verkäufliche und zwar ziemlich theure Waare, indem die Mailänder Oncia beständigen Zuflusses, welche in der Minute $2185\frac{1}{2}$ Liter Wasser liefert, miethweise für 600—800 Lire ($140-186\frac{2}{3}$ Rthlr.) kaufweise für 20000 Lire ($4666\frac{2}{3}$ Rthlr.)

wir annehmen, dass sich die bezeichneten Wassermassen während eines ganzen Berieselungstages oder in der Zeit von 24 Stunden über eine vollkommen horizontale Fläche von der dabei bemerkten Grösse verbreiten und durch eine Umwallung an dem Abfliessen gehindert werden; ebenso dass sich aber auch nichts davon im Boden verliert oder verdunstet. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser unter obigen Voraussetzungen in 24 Stunden über der betreffenden Fläche aufgestaut werden würde, wollen wir die tägliche Irrigations- oder Stauhöhe nennen und als das Mass für die Stärke der Bewässerung ansehen. Diese Annahme ist derjenigen ganz ähnlich, nach welcher die Stärke der atmosphärischen Niederschläge gemessen und bezeichnet wird, indem man sagt, der jährliche Regenfall in einer gewissen Gegend betrage 20 oder 30 Zoll. Ein beständiger Wasserzufluss, welcher für eine gegebene Fläche die angemessene tägliche Irrigationshöhe in dem so eben erläuterten Sinne liefert, genügt natürlich für die Bedürfnisse einer viel grösseren Fläche, wenn diese nicht ununterbrochen gewässert zu werden braucht, sondern hierin ein passender Wechsel beobachtet werden kann und wenn es zweitens die Oertlichkeit gestattet, dass in dem Entwässerungsgraben für den oberen Theil angesammelte Wasser zur Berieselung einer oder mehrerer tiefer liegenden Flächen, also wiederholt zu benutzen. Zur richtigen Würdigung der auf den Wasserbedarf bezüglichen Zahlen ist es daher stets erforderlich, mit Sorgfalt zu ermitteln, in welchem Sinne sie gemeint sind, ob wir die an den wirklichen Wässerungstagen bei der ersten Benutzung des Wassers aufzubringende Menge oder den durchschnittlichen Bedarf hierunter zu verstehen haben.

erworben wird. Die vorhandenen Wiesen zerfallen in Winter- und Sommerwiesen. Die ersteren erfordern während der Zeit vom October bis gegen Ende März einen ununterbrochenen Zufluss, um zu jeder Zeit die Eisbildung verhindern zu können. (Also vollständig ähnliche Verhältnisse, wie sie bei der Kanalwasserbewässerung vorkommen.) Dagegen schliessen sie die mehrmalige Benutzung des Wassers nicht aus. Ist zu letzterer keine Gelegenheit vorhanden, so können mit einer Oncia nicht mehr als 8 Pertiche oder 0,9 Wiener Joch bewässert werden. Mit Rücksicht darauf, dass das Wiener Joch 5775,74 Quadratmeter enthält, ergiebt sich hieraus eine tägliche Irrigationshöhe von 60 Centimeter oder circa 2 Fuss. Bei zweimaliger Benutzung des Wassers reicht dieselbe Menge natürlich für die doppelte Fläche aus. Es ist dies ein ungeheurer Wasserverbrauch, indem selbst im zweiten Falle eine Mailänder Winterwiese in 3 Tagen ebensoviel und mehr Wasser erhält, als der Regenfall dort eines ganzen Jahres beträgt. Diese Thatsache erklärt sich nur hieraus, dass die Mailänder Landwirthe es für vortheilhafter halten, wenn eine den Bedarf überschreitende Wassermenge eine Wiese überläuft und das nicht absorbirte Wasser wieder abfliesst, als wenn nur grade so viel zufliesst, als das Erdreich absorbirt, im ersteren Falle bleibt nämlich das Wasser weit frischer. Solche Winterwiesen scheinen übrigens trotz ihrer Einträglichkeit nicht in grosser Ausdehnung vorzukommen und es wird hieraus erklärlich, warum das Wasser im Winter verhältnissmässig viel billiger zu haben ist, als im Sommer. Die Miethe einer Oncia Wasser für die Wintermonate beträgt nur $\frac{1}{19}$ — $\frac{1}{8}$ der ganzen Jahresmiethe.

Bei den Sommerwiesen, welche der Mehrzahl nach Wechselwiesen sind, reicht man abgesehen von der wiederholten Benutzung des Wassers und der aus der Unterbrechung der Bewässerung hervorgehenden Ersparniss mit einer Oncia für 43 Pertiche oder 49 Wiener Joch aus. Dies giebt eine Irrigationshöhe von etwas mehr als 11 Centimeter.

Mit diesen Angaben stimmen auch die neuen von R. Russel (*Italian Irrigation* in dem *Journal of the Highland and agricultural society of Scotland*, Juli 1854, Pag. 406—415) in Betreff des Wasserbedarfs der Winterwiesen nahezu überein, indem Letzterer bei einmaliger Benutzung des Wassers 1 Kubikfuss pr. Acre und Secunde verlangt; dagegen führt er noch höhere Preise an, nämlich im Winter 3, im Sommer beinahe 26 Lstr. Miethe für einen beständigen Wasserzufluss von obiger Stärke während der

betreffenden Jahreszeiten. Die Periode von Mitte September bis Ende März als Winter und den Rest des Jahres als Sommer gerechnet. Dies beträgt für die Onchia 26 und beziehentlich 223 Thlr. Ferner scheint seit Burgers Zeiten in Betreff der Sommerwiesen eine noch grössere Ersparniss im Gebrauch des Wassers Platz gegriffen zu haben. Russel führt nämlich an, dass man mit 1 Kubikfuss pr. Secunde nöthigenfalls 90 Acres bewässert. Gehen wir indessen von der Voraussetzung aus, dass entweder nur der 3te Theil der gesammten Fläche gleichzeitig bewässert wird und eine 5malige Benutzung des Wassers stattfindet, oder auch, dass sich die gleichzeitige Bewässerung auf $\frac{1}{4}$ der Gesammtfläche beschränkt, und das Wasser 4 mal benutzt wird, so ergiebt sich für die eigentlichen Bewässerungstage eine Irrigationshöhe, welche hinter der von Burger angedeuteten nicht erheblich zurückbleibt. Russel sagt freilich ausdrücklich, dass die totale Irrigationshöhe für den ganzen Sommer nicht mehr als ungefähr 42 Zoll (109 Centimeter*) erreiche; dies ist aber dahin zu verstehen, dass die gesammte verbrauchte Wassermasse über 90 Acres vertheilt, die Höhe von 42 Zoll annehmen würde, womit jedoch keineswegs gesagt ist, dass über jeden einzelnen Acker nur das entsprechende Volumen ($43506 \cdot 3\frac{1}{2}$ Kubikfuss) hinweggeflossen sei; bei 4 maliger Verwendung des Wassers würde vielmehr, wenn weder eine Verdunstung, noch eine Absorption durch den Boden stattfindet, dieses Volumen genau 4 mal so gross sein.

J. Regnault (*Manuel des aspirants au grade d'ingénieur des ponts et chaussées, Paris 1857, partie pratique, tome II page 110—126*) theilt sehr viele, den Erfahrungen französischer Ingenieure entlehnte hierher gehörige Angaben mit, und bezeichnet im Allgemeinen einen Liter beständigen Zuflusses pro Hectare und Secunde als denjenigen Satz, welcher von Seiten der Verwaltung bei Abgabe des Wassers für landwirthschaftliche Zwecke in der Regel zu Grunde gelegt wird. Dieses Wasser wird jedoch von den Betheiligten zur Bewässerung bald dieses, bald jenes ihrer Grundstücke verwendet, und nachdem es sich in den vorhandenen Entwässerungsgräben angesammelt hat, wiederholt zur Bewässerung anderer tiefer liegender Flächen benutzt, so dass die entsprechende Irrigationshöhe von 0,864 Centimeter nur einen kleinen Bruchtheil derjenigen Grösse ausmacht, welche wir bisher

*) 5000 tons Sewage gleich 109,192 Centimeter jährlicher Irrigationshöhe.

unter diesem Namen verstanden haben. Wir wollen daher, um Verwechslungen zu vermeiden, die hier in Betracht gezogene Wasserhöhe mit dem Namen der durchschnittlichen, die andere mit dem Namen der effectiven täglichen Irrigationshöhe belegen. Am weitesten scheint die Sparsamkeit beim Gebrauch des Wassers im Departement der Ost-Pyrenäen, im Lande Roussillon getrieben zu werden, wo vorwiegend Stauwiesen vorkommen und der durchschnittliche Wasserbedarf nur 0,3 Liter beträgt, was einer durchschnittlichen Irrigationshöhe von 0,26 Centimeter oder $\frac{1}{10}$ Zoll entspricht. Man wässert im Laufe des Jahres etwa 12 mal, wobei 320 Kubikmeter auf den Hectare gebracht werden, dies giebt eine jährliche Irrigationshöhe von 38,4 Centimeter oder 14,4 Zoll; da die Anzahl Tage, welche jede einzelne Wässerung in Anspruch nimmt, nicht angeführt ist, so lässt sich die effective tägliche Irrigationshöhe nicht ermitteln. Das Gegenstück dazu bilden die Bewässerungsanlagen an den Ufern der Moselle unweit Genf, wo man bis zu 130 Liter in der Sekunde auf den Hectare bringt und somit eine effective tägliche Irrigationshöhe von 112 Centimeter erzielt.

Bei den Messungen, welche von Keelhoff bei den Bewässerungsarbeiten in der Campine in Belgien mit grosser Sorgfalt gemacht sind und welche in seinem schätzbaren Werke (*Traité pratique de l'irrigation des prairies, Bruxelles 1856*) mitgetheilt worden sind, hat sich ein Verbrauch von 30 Liter pro Hectare und Secunde herausgestellt. Die entsprechende Irrigationshöhe ist 25,92 Centimeter oder beinahe 10 Zoll. Durchschnittlich rechnet er in einem gegebenen Falle auf $98\frac{1}{2}$ Hectare 260 Liter, dies macht 2,28 Centimeter tägliche Irrigationshöhe. Für wiederholte Benutzung des Wassers verlangt derselbe einen Niveau-Unterschied von mindestens 54 Centimeter. Unsere deutschen Techniker und Schriftsteller, welche sich mit diesem Gegenstande befasst haben, machen nun folgende Angaben:

Patzig sagt in seinem bekannten Buche (*der praktische Rieselwirth, Leipzig 1840, S. 123*) in Betreff der Frage nach der Wassermenge, welche der Hauptzuleitungsgraben führen soll, Folgendes: „Diese Frage beschäftigt die Praxis sehr selten, denn alle Theorie über die Menge des zur Bewässerung nöthigen Wassers scheitert an der Wirklichkeit; in dieser Beziehung äussern unzählig viele Umstände ihre Einwirkungen auf diesen Gegenstand. So viel Versuche ich auch angestellt habe, so bin ich doch zu

keinem sicheren Resultate gelangt. Meine Erfahrungen hierüber werde ich § 139 näher mittheilen.“ An der citirten Stelle führt der Verfasser beispielsweise an, dass durch einen Graben, welcher $1\frac{1}{4}$ Kubikfuss Wasser in der Secunde lieferte, 13 preussische Morgen nachhaltig berieselt worden sind. Der Tag hat 86400 Sekunden und der preussische Morgen 25920 Quadratfuss; die in einem Tage zugeführte Wassermasse beträgt mithin 86400 mal $1\frac{1}{4}$ Kubikfuss, welche sich auf 13 mal 25920 Kubikfuss vertheilen; dividiren wir nun das erste Produkt durch das zweite, so enthalten wir die als Bruchtheil eines rheinischen Fusses ausgedrückte tägliche Irrigationshöhe, welcher Bruchtheil dann noch schliesslich durch Multiplication mit 12 in Zoll verwandelt werden kann. Es ergiebt sich somit die gesuchte Stauhöhe

$$\frac{5 \cdot 86400 \cdot 12}{4 \cdot 13 \cdot 25920} = 3\frac{11}{13} \text{ Zoll.}$$

Das ist in runden Zahlen 4 Zoll oder 10 Centimeter.

L. Vincent (*der rationelle Wiesenbau*, Berlin 1846, Seite 5, 16 u. ff.) bezeichnet zuvörderst als leitenden Gesichtspunkt, dass das Material, was zur Production des Grases gedient hat, durch die mit dem Wasser herbeigeführten Stoffe ersetzt werden soll. Als geeignete Quantitäten bezeichnet er dann je nach der Breite der Rücken $\frac{1}{4}$ —1 Kubikfuss Wasserzufluss in der Secunde auf den Magdeburger Morgen; der Verfasser nimmt für 2 Ruthen breite Rücken 1 Kubikfuss an, für 8 Ruthen breite Rücken dagegen $\frac{1}{4}$ Kubikfuss und setzt überhaupt den Wasserbedarf pro Morgen der Rückenbreite umgekehrt proportional; es geht daraus hervor, dass er auf Rücken von gleicher Länge, aber verschiedener Breite, wenigstens innerhalb der obigen Grenzen, dieselbe Wassermenge aufgebracht wissen will. Das angegebene Maximum entspricht einer täglichen Stauhöhe von

$$\frac{86400 \cdot 12}{25920} = 40 \text{ Zoll.}$$

oder 104,6 Centimeter; das Minimum beträgt den 4ten Theil davon, das ist 10 Zoll oder 26,15 Centimeter.

Häfener (*der Wiesenbau in seinem ganzen Umfange*. Reutlingen und Leipzig 1847, S. 43) giebt die Irrigationshöhe direkt an; 3—5 Zoll nennt er ein gutes, 6—8 Zoll ein sehr günstiges Verhältniss und 1—2 Zoll können nur unter gewissen Voraussetzungen empfohlen werden, mithin also 1 Zoll gleich 2,86 und 8 Zoll gleich 22,92 Centim.

Fries (*Lehrbuch des Wiesenbaus*, Braunschweig 1850, Seite

136) rechnet als Minimum eine Stauhöhe von 1,08 hessische Fuss oder 27 Centimeter.

Welgener (*prakt. Unterricht in Wiesenwässerungsanlagen*, Glogau 1844) nimmt den Wasserbedarf sowohl dem Gefälle als auch der Riesellänge proportional ein. Diese Riesellänge ist beim Rückenbau der doppelten Gesamtlänge der Rücken gleich, beim Hangbau gleich der einfachen Gesamtlänge der Hänge; bei Wiesen gleicher Art stehen die auf den Morgen berechneten Riesellängen im umgekehrten Verhältniss, wie die Breite der Rücken oder Hänge. Der Wasserbedarf auf 1 Ruthe Riesellänge soll bei 2 Zoll Gefälle auf die Ruthe $\frac{1}{540}$ Kubikfuss betragen, bei 10 Zoll Gefälle aber $\frac{1}{108}$ Kubikfuss. Denken wir nun in dem ersteren Falle 8 Ruthen breite Rücken, so ergibt sich eine Riesellänge von 45 Ruthen und ein Wasserbedarf von $\frac{1}{12}$ Kubikfuss pr. Morgen. Dagegen würden 2 Ruthen breite Rücken bei 10 Zoll Gefälle eine Riesellänge von 180 Ruthen und einen Wasserbedarf von $1\frac{2}{3}$ Kubikfuss pr. Morgen in einer Sekunde liefern. Jenem Minimum entspricht eine tägliche Irrigationshöhe von $3\frac{1}{3}$ Zoll oder 8,66 Centimeter; diesem Maximum aber eine Irrigationshöhe von $66\frac{2}{3}$ Zoll oder 173 Centimeter.

Nehmen wir nun die englischen Erfahrungen über die anzuwendende Menge des Kanalwassers, so würden 5000 tons, wenn man den Kubikfuss Kanalwasser zu 70 Pfd. Zollgewicht rechnet, pr. preuss. Morgen 90135 Kubikfuss liefern, welches eine jährliche Stauhöhe von 109,192 Centimeter oder eine tägliche Stauhöhe von 0,299, ausmachen würde. Jedenfalls verschwindend klein gegen die so eben ermittelten Wassermengen.

Hinsichtlich einiger Angaben über die Verdunstung des Wassers bei Bewässerungen, so nimmt man für unsere norddeutschen Verhältnisse im Allgemeinen an, dass fortwährend feucht erhaltener Boden im Stande ist, 26 Zoll zu verdunsten und 13 Zoll durch die Flüsse abzuführen, also zusammen 39 Zoll zu verbrauchen. Nach Bidaut beträgt die Jahresverdunstung 1,4 Meter oder beinahe $4\frac{1}{2}$ Fuss also bedeutend mehr als die obige Annahme.

Vincent bestimmt nach angestellten Messungen die Wassermenge (*Annalen der Landwirthschaft* Bd. XL.), welche durch Verdunstung und Einsaugung des Bodens in 24 Stunden verloren geht, ein Mal gleich 114, das andere Mal gleich 126,8 Kubikfuss pr. Magdeb. Morgen. Auch der zweite grössere Verlust würde, auf ein ganzes Jahr berechnet, nicht mehr als

$$\frac{126,8 \cdot 12 \cdot 365}{25920} = 21,4 \text{ Zoll}$$

betragen, mithin noch nicht den soeben genannten Verdunstungshöhen gleichkommen.

Das Verhältniss, in dem die verschiedenen Bodenarten durch den Wasserlauf angegriffen werden, stellt sich nach Morins Untersuchungen für die verschiedenen Geschwindigkeiten folgendermassen:

feinster Töpferthon bei	7,6 Centimeter	= ca. — Fuss 3 Zoll
gewöhnl. Thon (Lehm)	15,2	„ „ — „ 6 „
Sand	30,5	„ „ 1 „ — „
Kies (kleine Gerölle) .	60,9	„ „ 2 „ — „
Geschiebe	122,0	„ „ 4 „ — „
Schiefer	152,0	„ „ 5 „ — „
Geschichtete Felsen .	183,0	„ „ 6 „ — „
Ungeschichtete Felsen	305,0	„ „ 10 „ — „

Bringt man nun mit gehöriger Beachtung des Umstandes, dass sich diese so ungemein divergirenden Zahlen bezüglich der Wassermenge auf wesentlich verschiedene Grössen beziehen, dieselben in entsprechende Gruppen, so gelangt man zu folgenden Zusammenstellungen, welche zwar nicht mehr enorme, aber immer noch recht erhebliche Differenzen zeigen. Interessant ist der Vergleich mit den in England zur Verwendung kommenden Kanalwassermengen, welche in der dritten Tabelle berechnet sind.

I.

Differenz im Verhältniss von 1 : 60.

Autor.	Land, auf welches sich die Angabe bezieht.	Effective tägliche Irrigationshöhe*)	Bemerkungen.
Jaubert	Spanien	8 Centimeter	Maximum.
Burger	Lombardei	60 „	Winterwiesen.
„	„	11 „	Sommerwiesen.
Regnault	Frankreich	112 „	Ufer der Moselle.
Keelhoff	Belgien	26 „	
Patzig	Deutschland	10 „	
Vincent	„	26 „	Minimum.
„	„	105 „	Maximum.
Häfener	„	2,86 „	Minimum.
Fries	„	27 „	„
Welgener	„	9 „	„

*) Wasserverbrauch in einem Tage, dividirt durch die Fläche, welche gleichzeitig mit frischem, d. h. vorher noch nicht benutztem Wasser bewässert wird.

II.

Differenz im Verhältniss von 1 : 40.

Autor.	Land.	Jährliche Irrigations- höhe*).	Bemerkungen.
Jaubert	Spanien	— Centimeter	—
Russel	Lombardei	109 „	Sommerwiesen.
Regnault	Frankreich	38 „	Roussillon.
Keelhoff	Belgien	138 „	} 1/2 Kbf. Wasser in d. Secunde 60 Tage und 2-malige Be- nutzung d. Wassers. Minimum.
Patzig	Deutschland	600 „	
Vincent	„	1560 „	
Häfener	„	172 „	
Fries	„	1620 „	
Welgener	„	540 „	

III.

Kanalwassermengen in England**).

Kanalwasser pr. Acre tons	Kubikfuss pr. Morgen.	Jährliche Irrigationshöhe. Centimeter.	Tägliche Irrigationshöhe. Centimeter.
500	9013	10,919	0,029
800	14421	17,470	0,047
1000	18027	21,838	0,059
2000	36054	43,676	0,118
3000	54081	65,514	0,177
4000	72108	87,352	0,236
5000	90135	109,192	0,299
6000	108162	131,030	0,354
7000	126189	152,866	0,413
8000	144216	174,706	0,472
9000	162243	196,542	0,531
10000	180270	218,384	0,598

Nimmt man für Grasland (Ital. Raygras) 5000 tons jährlich, also = 0,299 durchschnittliche tägliche Irrigationshöhe an, so beträgt incl. der Winterrieselung in 180 Tagen die effective tägliche Irrigationshöhe 0,606 Centimeter.

Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass wir für das nördliche Deutschland bei Grasland-Bewässerungen etwas höher greifen müssen, als in England, wo die jährliche Regenmenge eine bei

*) Jährlicher Wasserverbrauch dividirt durch die Gesamtfläche.

**) Für 1 Acre = 1,58494 Morg. Magdeb., 1 Kubikfuss Sewage gleich 70 Pfd. Zollgewicht.

weitem grössere ist, als bei uns. Sehen wir ferner ab von dem mit anderem Wasser nicht vergleichbaren Dunggehalt des Kanalwassers, so müsste man doch mindestens dem durchschnittlichen Minimum der angeführten Mengen nahe zu kommen suchen. Wir erhalten nun aus Vorstehendem zur Normirung der an wirklichen Wässerungstagen aufzubringenden Quantitäten Irrigationshöhen von 2,86—10,46—62,76 Centimeter, das wären 0,027—0,1—0,6 Kubikfuss Wasserzufluss pr. Secunde und Magdeburger Morgen, also Spielraum genug, um den obwaltenden besonderen Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Herr B. Latham spricht sich in seinem Gutachten über die projectirte Kanalwasserbewässerung auf den Dünen in Weichselmünde bei Danzig dahin aus, dass er 50 Zoll Kanalwasser (bei trockenem Wetter) zur Verwendung pr. Jahr gelangen lassen will. Diese 50 Zoll entsprechen einer jährlichen Irrigationshöhe von 130,8 Centimeter. (6000 tons Kanalwasser aber wären = 131,03 Centimeter Irrigationshöhe pr. Jahr oder in 180 Rieseltagen gleich einer effectiven täglichen Irrigationshöhe von 0,727 Centimeter oder 0,00693 Kubikfuss Wasserzufluss pr. Secunde und Morgen.

Auch hier muss uns für die Zukunft die Erfahrung die leitende und allein richtige Autorität sein, besonders aber, da sich diese Bewässerungen nicht allein auf Grasbau, sondern auch auf eine Reihe anderer Nutzpflanzen erstrecken sollen.

Wir treten nun zu dem letzten Punkt unserer vergleichenden Besprechung:

Welche Gräser und Fruchtarten eignen sich mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse zur Kanalwasserbewässerung im nördlichen Deutschland, und wie sind dergleichen Bewässerungswirthschaften einzurichten?

Es ist wohl kein Grund vorhanden, weshalb wir die englischen Erfahrungen, bezüglich der Anwendung von Kanalwasser, zur Berieselung natürlicher Wiesen in dem Sinne, wie wir uns eine Rieselwiese denken, nicht sehr beachten und uns diese Erfahrungen zu Nutze machen sollten. In diesen Erfahrungen liegt ein wichtiger Fingerzeig, da sie uns auf diejenigen Gräser aufmerksam machen, welche durch die Anwendung des Kanalwassers eine ungewöhnliche Ueppigkeit und somit die Uebermacht über die übrigen Gewächse des natürlichen Wiesenbestandes erlangt haben. Hieraus geht hervor, dass wir dieselben für den

künstlichen Futterbau vorzugsweise zu benutzen haben, da sie anerkanntermassen auch für die hiesigen klimatischen Verhältnisse unbedingt passen. Die bereits mitgetheilten Veränderungen in den Beständen der Wiesengräser und Pflanzen durch die wiederholte Anwendung des Kanalwassers, das damit verbundene Verlorengelien einer späteren gut bestandenen und nahrhaften Weide haben auch bereits in England von Seiten der Landwirthe so manchen Vorschlag in der Benutzung des Kanalwassers für diesen Zweck hervorgerufen. Da, wo die Lage passend ist, wäre natürlich das von den Feldern abgerieselte Kanalwasser seines grössten Dunggehaltes beraubt, noch mit grossem Vortheile für die natürlichen Wiesen zu benutzen. Anderseitig hat man gewisse Apparate vorgeschlagen, welche auf mechanischem Wege eine theilweise Reinigung des Kanalwassers von den gröbsten Sinkstoffen zur Benutzung auf natürliche Wiesen vornehmen sollen. Es ist mir in England nun nicht möglich gewesen, einen solchen Apparat in Thätigkeit zu sehen, jedoch versäume ich nicht, die Beschreibung eines solchen, und zwar den, für einen Herrn John Hart patentirten, der Vollständigkeit halber hier wiederzugeben. Derselbe ist nebst seiner Anwendungsmethode in *Description of a new method of treating the sewage of Towns, London: Simkin Marshall & Co. 1869*“ abgebildet und beschrieben.

Von vorn herein stellt Herr Hart, um den Anfechtungen in sanitärer Beziehung entgegenzutreten, die Behauptung auf, dass die Atmosphäre das beste Reinigungsmittel abgibt und dass es entschieden wahr, aber im Ganzen genommen nicht allgemein bekannt wäre, dass übelriechende Flüssigkeiten über hinreichend ausgedehnte Flächen der Wirkung der Luft ausgesetzt, im Stande sind, alle ihre faulenden und ungesunden Stoffe abzugeben. (?) Dies vorausgesetzt, kommt er später bei Besprechung der Anwendungsmethode des Kanalwassers darauf zurück, dass man namentlich für die Verwerthung desselben für natürliches Wiesenland (*meadow land*) und für Gemüsegärten ein Mittel in der Hand haben müsse, um das Kanalwasser nach Belieben in verschiedener Stärke in Betreff seines Gehaltes zur Verwendung zu bringen. Hierzu schlägt er folgenden Apparat vor (Tafel IV. Fig. 3). Zunächst ist die Grösse dieses Apparates für das Kanalwasser von 1000 Einwohnern berechnet.

Auf einem horizontalen Bette *a* kreisrund, von Ziegelsteinen mit Cementdecke oder Asphalt, 63 Fuss im Durchmesser, in dessen Mittelpunkt ein eisernes Zuleitungsrohr *b* das Kanalwasser entweder mit natürlichem Gefälle oder durch Pumpwerke unterwärts heranbringt, werden drei concentrische Wälle *c d e* 6 Zoll hoch und 2 Fuss 6 Zoll stark, ebenfalls von Ziegelsteinen mit Cementdecke, construiert; die Oberfläche dieser Wälle ist genau horizontal, die Zwischenräume 9 Fuss breit.

Die Kanalwassermasse, wie sie aus der Stadt fliesst, tritt nun, nachdem sie jedoch schon vorher von den unzersetzbaren Stoffen durch Siebvorrichtungen befreit ist, durch das Zuleitungsrohr *b* in den Apparat und füllt den ersten Raum unmittelbar um das Ausflussrohr an. Ist derselbe angefüllt, so tritt das Wasser über den Wall *c* in den Raum zwischen *c* und *d*, hier gelangt dasselbe wegen der grösseren Peripherie dieses Raumes zur Ruhe und wird die dickeren Stoffe absetzen, sodann tritt es über *d* in den dritten Raum zwischen *d* und *e* und wird hier abermals einen gewissen Absetzungsprozess durchmachen, bis es in den äusseren Kreis *f* gelangt, der beliebig gross gemacht werden kann, je nachdem man den Absetzungsprozess verlängern will, und welcher nur durch einen kleinen Wall von fettem Thon begrenzt wird. Aus diesem Kreise kann nun die Masse zum beliebigen Verbrauch in die Felder geführt werden, um den Reinigungsprozess zu vollenden.

Um nun einzelne Theile des Apparates von den abgesetzten Sinkstoffen reinigen zu können, ohne den Betrieb ganz zu stören, werden ebenfalls durch Thonwälle *g* Abtheilungen gebildet, und durch Aufpacken von Thonrollen auf den circulären Wällen der Eintritt des Kanalwassers in diese Abtheilungen verhindert. Zum gänzlichen Ablassen des innerhalb der Zwischenräume befindlichen Wassers beim Reinigen derselben befinden sich in den Wällen einige kleine Schleusen. Die abgesetzte Masse wird mit Erd- und Aschezwischenlager zu Compost verarbeitet und entsprechend verwendet. Herr Hart legt nun hauptsächlich Werth auf diesen Apparat bei Verwendung des Kanalwassers für natürliches Wiesenland und demzufolge beschreibt derselbe noch eine angeblich eigenthümliche Bewässerungsmethode, aus der ich jedoch keine Eigenthümlichkeit herausfinden kann und dieserhalb übergehe. —

Was nun den künstlichen Grasbau anbetrifft, so wird man, wollte man sich genau nach den englischen Erfahrungen richten, das italienische Raygras (*Lolium italicum*) zuerst ins Auge zu fassen haben. Hören wir nun zuvörderst aus dem Gutachten des Herrn Ingenieur B. Latham (Gutachten über die Kanalisation von Danzig, erstattet vom Ingenieur Latham in der Commissions-sitzung des Kanalisationsausschusses am 25. Januar 1869 in Danzig, Berlin 1869, L. Burckhard) das hierauf Bezügliche:

„Ich bin überzeugt, dass jede Quadratruthe des mit Kanalwasser behandelten Terrains (das Kanalwasser von einer Person auf 2,85 Quadratruthen Landes gerechnet), 1,75 Centner italienischen Raygrases pro Jahr produciren wird. Das Kanalwasser wird für jeden Einwohner (im Durchschnitt von Männern, Weibern und Kindern) in Danzig ungefähr 5 Centner Gras im Jahre hervorbringen. Diese sind aequivalent einem Centner Heu, welches zu einem Thaler pro Centner gerechnet, den Werth des Kanalwassers pro Kopf beträgt. Es ist demnach der reale Werth der Kanalisirung einer Stadt von der Grösse Danzigs mit 70000 Einwohnern auf 70000 Thlr. pro Jahr anzunehmen.

Hiervon müssen natürlich die Betriebskosten, die Kosten des Pumpens und das Capital, welches zur Vorbereitung des Landes, für die Einrichtung der Viehställe und zur Bestreitung anderer specieller Ausgaben erforderlich ist, abgerechnet werden, ebenso die Kosten für die Umwandlung des Grasertrages in Heu, wenn es nicht auf andere Weise verwendet werden kann. Letztere allein können auf $\frac{1}{5}$ des Totalbetrages der angenommenen Preise geschätzt werden.

Sobald die Farm in völlig ordnungsmässigen Betrieb gesetzt ist, werden die Betriebskosten verhältnissmässig gering sein; um aber oben angegebenen Werth zu erzielen, muss die Bewirthschaftung so eingerichtet sein, dass alle drei Jahre eine neue Ansaat von Raygras erfolgt; da die alte innerhalb dieser Periode ausartet und durch werthlosere Gräser verdrängt wird. Die von mir gegebene Schätzung der Höhe des voraussichtlich zu erlangenden Ertrages ist viel niedriger, als bereits in England wirklich erzielt worden ist — so sind z. B. in in Norwood während des Jahres 1868 gegen 8 Ctr. Gras pro Kopf der Bevölkerung gewachsen und gegen 2 Thaler pro Kopf als Werth der Ernten angenommen. Dies Norwood-Land war zu 6 Thlr. pro Acre (= 285 Quadrat-Ruthen) verpachtet, ehe die Berieselung mit

Kanalwasser eingerichtet wurde, dagegen haben die durch die Berieselung hervorgerufenen Ernten während des Jahres 1868 200 Thlr. pro Acre eingebracht, während die Ausgaben für Aussaat, Schneiden, Bewirthschaftung und Verwaltung 38 Thlr. pro Acre betragen. Es bleiben somit 162 Thlr. pro Acre übrig, die als Pachtzins und Gewinn gelten können. Wird der Werth des Landes in seiner ursprünglichen Höhe von 6 Thlrn. pro Acre angenommen, so ist ein Reingewinn von 156 Thlrn. pro Acre durch die Verwerthung des Kanalwassers erreicht.

Indem ich die Quantität des voraussichtlich durch Verwerthung des hiesigen Kanalwassers zu erzielenden Ertrages schätzte, habe ich wegen der Bodenbeschaffenheit und ebenso wegen der Dauer der strengeren Witterung bedeutende Reductionen gemacht; doch glaube ich mich in Bezug auf diese Punkte zu Gunsten der Verhältnisse geirrt zu haben, da ich finde, dass auf Ihren Wiesen in gewöhnlichen Jahren zwei Heuernten gezogen werden können. — Mehr erreichen wir in England auch nicht. Da wir aber in England gefunden haben, dass die Quantität und das Gewicht der gewöhnlichen Ernten durch die Kanalwasser-Anwendung immer vervierfacht worden ist, so wird meiner Meinung nach auch hier dasselbe Resultat als erreichbar befunden werden“.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das italienische Raygras auch bei uns mit zu den sich am schnellsten entwickelnden Gräsern, wenn es passende Bodenverhältnisse und Pflege findet, gehört und im Stande ist, bedeutende Erträge abzuwerfen. Aus diesem Grunde setzte ich auch seine Monographie und seine Kulturansprüche vor die im IV. Abschnitt mitgetheilten englischen Kultur Erfahrungen.

Ob sich dasselbe aber auch als mehrjähriges Gras bei uns dauernd halten wird, darüber habe ich vorläufig noch meine Bedenken, da die Erfahrungen darüber ungünstig lauten. Nach meinen 6 Jahre hintereinander zu Hohenstein bei Danzig gemachten vielfältigen Anbauversuchen, namentlich mit Gräsern („Erfahrungen und Mittheilungen auf dem Gebiete des rationellen Pflanzenbaues in Folge der Anbauversuche in den ökonomischen Versuchsgärten zu Hohenstein und Stüblau. Jahrgang 1859—1862. Danzig bei A. W. Kafemann, 1863“.), bin ich zu folgenden Resultaten gekommen.

Ich habe das italienische Raygras vorzugsweise, theils allein, theils im Gemenge mit anderen hochwachsenden Gräsern in grösserem Massstabe angebaut und stets im ersten Jahre die befriedigendsten Resultate erzielt (siehe Seite 42), jedoch ist es mir niemals gelungen, dasselbe allein gebaut, trotz der sorgfältigsten Pflege und Bedeckung, z. B. mit langem Pferdedung, so durch den Winter zu bringen, dass ich im nächsten Jahre im Stande war, dasselbe für eine weitere Benutzung stehen zu lassen. Und doch ist das Gras, wie alle durch Kultur veredelten Arten und Abarten des *Lolium perenne*, mehrjährig, aber sehr stark geneigt, je nach den gegebenen Vegetationsbedingungen, sowohl in der Gestalt, als auch in der Ausdauer abzuweichen. Aus diesen mir wohlbekannten Gründen will ich dessen Anbau und Kultur für die Kanalbewässerung nicht unbedingt anfechten, da man nicht wissen kann, in wiefern im Verhältniss zu unseren längeren und kälteren Wintern diese Bewässerung im Stande ist, auf die Vegetation und die Lebensbedürfnisse dieses Grases erstärkend einzuwirken.

Dagegen habe ich gefunden, dass dasselbe im Gemenge mit Knaulgras, Timothe und Klee sich auffallend besser gehalten hatte, ja sogar im zweiten Jahre üppiger und blattreicher erschien, als im ersten Jahre, trotzdem zu berücksichtigen ist, dass sich auch die genannten Pflanzen im zweiten Jahre in ihrer vollen Entfaltung befinden.

Ueberhaupt glaube ich mich nicht zu irren, wenn ich zu behaupten wage, dass das Grasgemenge zusammen passender hochwachsender Gräser für unsere klimatischen Verhältnisse bezüglich der Kanalbewässerung den Vorzug haben wird.

Schon die englischen Erfahrungen weisen uns auf diesen Umstand hin, wenn wir uns erinnern, dass der ursprüngliche Gräserbestand reicher natürlicher Wiesen durch die wiederholte Bewässerung mit Kanalwasser verloren gegangen ist und nur einige hochwachsende Arten, wie z. B. das Knaulgras, der Wiesenschwingel, leider aber auch das Honiggras und die Quecke in reichlichen Beständen übrig geblieben sind. Da nun namentlich die beiden ersteren Gräser von grossem landwirthschaftlichen Werth sind und mit dem italienischen Raygrase im Gemenge vortreffliches Futter liefern, sie auch stets unsere Winter ver-

tragen, so wäre durch sie ein Ersatz gefunden, der die Unsicherheit des italienischen Raygrases aufzuheben im Stande wäre.

Ganz besonders ist das Knaulgras (*Dactylis glomerata*) (Taf. VI.) für den kurz dauernden Futterbau, also für die Wechselwirthschaft geeignet. Es ist streng feuchtigkeitsliebend, bestockt sich sehr voll und stark, treibt viel Blätter und Stengel und liefert unter unseren einheimischen Gräsern das meiste Futter. Seine Triebkraft im Frühjahr ist bedeutend und gleichmässig. Nach der Blüthe dagegen lässt der Ertrag der Wurzelblätter nach, wenn man es nicht vorher schneidet, jedoch geht der Nachwuchs schnell vor sich. Es wird sowohl im grünen Zustande, sowie auch als Heu vom Vieh gern gefressen und seine Nahrungskräfte sind beträchtlich. Man hat dem Knaulgrase hier und da vorgeworfen, dass es in Büscheln aufwachse und leicht grob werde. Allein diesen Vorwurf kann man jedem Grase machen, wenn es nicht dick genug angesäet ist, um den Boden durchaus zu decken, und wenn man es nicht hinlänglich abschneidet oder auf Weiden abhüten lässt, um immer jungen Nachwuchs zu erzielen. Der dünnen Aussat und dem starken Tiebe dieses Grases muss man es daher zuschreiben, wenn es massig und hart wird.

Nächst diesem eignet sich der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) (Taf. VII.) am meisten für unsere Zwecke, er ist ebenfalls feuchtigkeitsliebend, von hohem Wuchse und frühzeitigem Ertrage. Er macht einen beträchtlichen Theil im Bestande aller reichen natürlichen Wiesen aus und namentlich kann er als Hauptrepräsentant der hochwachsenden Gräser auf bewässerten Wiesen angesehen werden. Für die Wechselwirthschaft eignet er sich im Gemenge mit Knaulgras vorzüglich, weil sich beide Gräser erfahrungsmässig gleichzeitig entwickeln. Im Ertrage steht er ersterem nach, beinahe im Verhältniss wie 2 : 1. Nimmt man nun zu diesen Gräsern das italienische Raygras, so wird dasselbe vermöge seiner Schnellwüchsigkeit, da es beide im ersten Jahre überholt, auch im ersten Jahre dominiren, und den Haupttheil des Ertrages bilden, dagegen im zweiten Jahre von den andern beiden überflügelt werden und im dritten Jahre denselben ganz den Vorrang lassen, wenn man nicht vorzieht, den künstlichen Grasbau wie gewöhnlich nur auf 2 Jahre auszu dehnen. Ob man nun noch zu diesem Gemenge andere hochwachsende Gräser hinzuzieht, wie z. B. das englische Raygras (*Lolium perenne*), das Timotheegras (*Phleum pratense*), bleibt

noch Versuchen überlassen, da man nicht wissen kann, wie sich diese Gräser zur Kanalbewässerung verhalten. Nach meiner Ansicht kann man zusammenpassende gleichwachsende Gräser zur Erzielung gesicherter Erträge nicht genug vereinigen.

Das Verhältniss nun, in dem man die vorgeschlagene Mischung der Menge des Samens nach ansäen müsste, würde sich bei der bis jetzt constatirten Unsicherheit des italienischen Raygrases, wie 4 Raygras : 5 des Gemisches verhalten müssen.

In einem Pfunde gut gereinigten Samens befinden sich vom italienischen Raygrase im Mittel 200000, vom Knaulgrase 350000, vom Wiesenschwingel ebenfalls 200000 Stück Samenkörner.

Ganz besonders aber empfiehlt sich für die Ansaat der Gräser für die Kanalbewässerung von Hause aus ein dichter Stand, dass keine unberechtigten Schmarotzer, wie namentlich in schwereren Bodenarten, die Quecke und in leichteren in Gemeinschaft mit derselben auch noch vorzugsweise das Honiggras (*Holcus lanatus*) und der gemeine Windhalm (*Agrostis vulgaris*) Platz greifen. Diese Gräser werden in England, und mit Recht, als die gefährlichsten Unkräuter angesehen, da sie im Stande sind, durch die grosse Dungkraft des Kanalwassers mächtig im Wachsthum angeregt, in kurzer Zeit den edlen Grasbestand arg zu beschädigen.

Ich glaube nicht fehlzugreifen, wenn ich 50—60 Pfd. Ausaat pr. Morgen rechne, obwohl von den in Rede stehenden Gräsern in den meisten Fällen der Samen zum grössten Theil gut keimfähig ist. Hiernach würde sich das Verhältniss der Ausaat folgendermassen stellen:

Die Mischung besteht aus:	Menge der Samen in 1 Pfund.	Aussaat pro Morgen			
		10 Pfund	50 Pfund	60 Pfund	90 Pfund
Italienischem Raygras . .	200000	4½	22½	27	40½
Knaulgras	350000	2½	12½	15	22½
Wiesenschwingel	200000	3	15	18	27
		10	50	60	90

Italienisches Raygras allein müsste mit 80 Pfd. pr. Morgen angesäet werden.

Was nun den Anbau anderer Früchte, wie Wurzelfrüchte (Hackfrüchte) und Gemüse aller Art u. s. w., also nicht überwinternder Pflanzen anbetrifft, so glaube ich, dass kein

Grund vorliegt, diese Früchte nicht mit ebenso gutem Erfolge zu bauen wie in England. Hierbei kann ich nicht unterlassen, auf die grossen Vortheile hinzuweisen, welche die Gemüsegärtner in der Nähe grosser kanalisirter Städte haben würden, wenn sie für ihre Kulturen das Kanalwasser benutzten. Nächst dem grossen Vortheil, welcher hier für die Abnehmer selbst auf der Hand liegt, würden auch noch die Communen durch angemessenen Verkauf des Kanalwassers einen nicht zu unterschätzenden Gewinn haben, der möglicherweise die Unterhaltungskosten der Kanalisationswerke zum grossen Theil decken könnte. Ich glaube, die Zeit ist nicht mehr fern, in welcher man für diesen kostbaren Stoff grosse Geldsummen bieten wird, um ihn nur haben zu können.

Nach den englischen Erfahrungen hätte man von je 100 Einwohnern ca. $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{4}$ Morgen Land für die ununterbrochene Aufnahme des Kanalwassers zu beschaffen, das würde für eine Stadt von 70,000 Einwohnern, zu $2\frac{1}{4}$ Morgen gerechnet, abgerundet 1600 Morgen Fläche betragen. Nimmt man nun den geringsten Satz bei ausreichender Wasserversorgung, inclusive Regen- und Spülwassers der Kanäle, zu $4\frac{1}{4}$ Kubikfuss Kanalwasser pro Kopf durchschnittlich an, so würden täglich 297500 oder in runder Summe 300000 Kubikfuss und jährlich also danach 109500000 Kubikfuss zur Verfügung stehen.

Im ersten Augenblicke erscheint es sehr schwierig, diese Massen Jahr aus Jahr ein, ohne das Terrain einerseits mit der Zeit in einen gewissen Zustand der Verwässerung zu bringen, anderseits dieselben auf stets zweckentsprechende Weise für die Pflanzen, ohne des Guten zu viel zu thun, verwenden zu können. Jedoch muss man annehmen, dass ca. 60 Procent dieser Massen theils durch Verdunstung, Absorption durch die Pflanzen und durch Ablaufen in gereinigtem Zustande in die Flüsse etc. ihren natürlichen Gang gehen, die andern 40 Procent in den Boden sinken, sich entweder bei genügender Durchlässigkeit in demselben verlieren oder durch ordnungsmässige angelegte Entwässerungen (Drainage) ebenfalls absorbirt werden.

Wirthschaftlich tritt aber die Frage an uns heran, wie ist eine derartige Bewässerungswirtschaft einzurichten, um zu allen Jahreszeiten, die zuströmende Menge des Kanalwassers richtig und folgerecht zu verwerthen?

Selbstredend spricht bei einer solchen Einrichtung in Betreff des technischen Ausbaues der Fläche zur Bewässerung der Fruchtfelder, Rotation u. s. w. die Lage, das Terrain, Bodengüte und Klima entscheidend mit. In richtiger Beurtheilung und Würdigung dieser Verhältnisse wird man auch bei uns sehr bald jene grossen Resultate herausfinden, die sich in England in einer von Jahr zu Jahr grösseren Vollkommenheit entwickelt haben.

Halten wir uns zunächst an das so eben aufgestellte Beispiel der wirthschaftlichen Einrichtung eines Areal von 1600 Morgen, so würde sich etwa folgende Einrichtung empfehlen, wenn Lage und Bodenverhältnisse nicht allzu ungünstig sind.

Nach den vorhergehenden Erörterungen mit Berücksichtigung der englischen Erfahrungen und unserer klimatischen Verhältnisse würden wir folgende Rotation wählen.

Das ganze Areal wird in 8 Schläge oder Hauptabtheilungen, jede Abtheilung zu 200 Morgen Grösse, eingetheilt (Unterabtheilungen für die Bewässerung je nach Lage des Terrains).

Die Fruchtfolge würde mit Rücksicht auf die Bewässerung und Erzielung grosser Futtermassen etwa folgende sein müssen:

1. Grasgemenge (italienisches Raygras, Knaulgras, Wiesen-schwengel etc., im Herbst gesäet; zweijährig; im zweiten Jahre von Ende August bis October Weide).
2. Hackfrüchte (Kartoffeln; während ihrer Vegetationsperiode ohne Bewässerung).
3. Italienisches Raygras (einjährig; im Frühjahr gesäet).
4. Getreide (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer; während ihrer Vegetationsperiode ohne Bewässerung).
5. Grasgemenge (zweijährig wie No. 1).
6. Hackfrüchte (Runkelrüben, Turnips und Gemüse aller Art).

Hiernach würde sich mithin folgender Umlauf herausstellen:

Schlag	J a h r							
	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878
1	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.
2	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.
3	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.
4	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.
5	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.
6	Grasgem.	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.
7	Grasgem.	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.
8	Hackfrcht.	Grasgem.	Grasgem.	Kartoffeln.	Ital. Raygr.	Getreide.	Grasgem.	Grasgem.

Mit Beachtung nun unserer jährlichen Regenmengen und mit Rücksicht auf den nicht immer gleichmässigen Dungehalt des Kanalwassers müsste man 180270 Kubikfuss Kanalwasser pro Morgen und pro Jahr rechnen. Diese Menge wäre gleich einer jährlichen Irrigationshöhe von 218,384 Centimeter, einer täglichen von 0,598 Centimeter und für 180 Bewässerungstage einer täglich effectiven von 1,213 Centimeter, das macht einen Wasserzufluss von 0,0116 Kubikfuss pr. Secunde und Morgen.

Die jährlich zu erwartenden 109500000 Kubikfuss Kanalwasser würden sich also in einem Jahre folgendermassen vertheilen und sich diese Vertheilung entsprechend von Jahr zu Jahr wiederholen:

No. des Schlages	Grösse des-selben. Morgen.	Benennung der Früchte.	Jahreszeit der Bewässerung.	Bewässerungstage.	Im Ganzen Kubisfusse.
1	200	Grasgemenge, 1. Jahr	Winter	90	8890027
2	200	desgl., 2. Jahr	Sommer u. Winter	180	17780054
3	200	Hackfrüchte, Bewässerung vor der Bestellung	Sommer	60	5926685
4	200	Italien. Raygras, einjährig	Winter	120	11853370
5	200	Getreide, Bewässerung vor der Bestellung	Sommer	120	11853370
6	200	Grasgemenge, 1. Jahr	Winter	30	2963342
7	200	desgl., 2. Jahr	Winter	90	8890027
8	200	Hackfrüchte, Bewässerung während der Vegetationsperiode	Sommer u. Winter	180	17780054
			Sommer	60	5926685
			Sommer	42	5783016
1600				1092	109500000

Natürlicherweise lässt sich diese vorgeschlagene Rotation nach Massgabe der obwaltenden Verhältnisse noch mannigfach modificiren, namentlich wenn sich unser Klima unter anderem auch für den mehrjährigen Anbau des italienischen Raygrases eignen sollte. Ueberhaupt kann sich Verfasser nur augenblicklich Vorschläge erlauben, da uns für das nördliche Deutschland noch jede Erfahrung fehlt und wir nur auf die Parallele der englischen Erfahrungen mit den heimischen Verhältnissen angewiesen sind.

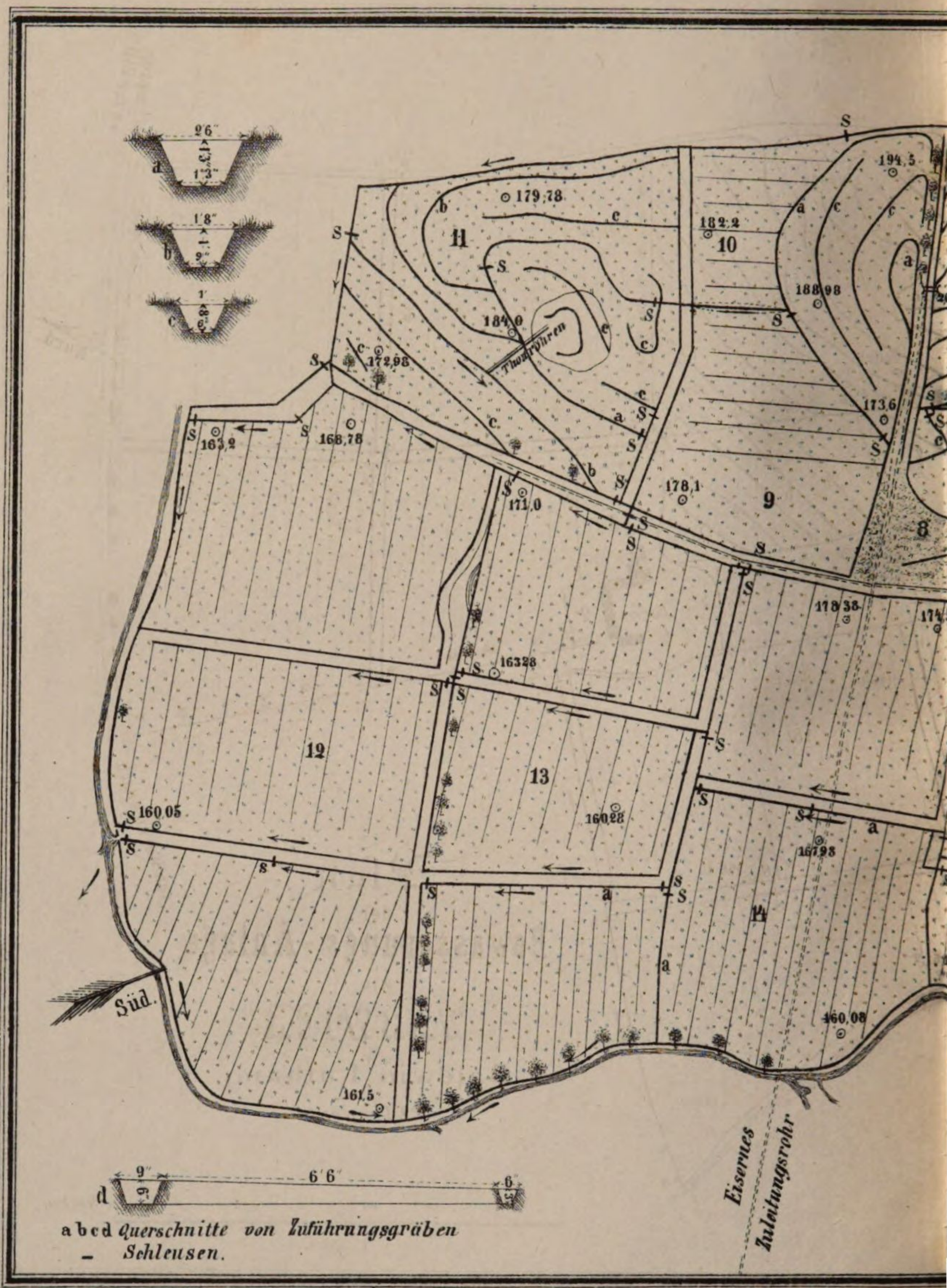
Jedoch das muss selbst dem Laien aus dem Mitgetheilten klar werden, dass wir uns mit Einführung des so einfachen naturgemässen Verfahrens — der Bewässerung an der Schwelle einer

Zeitepoche befinden, die nicht nur dem Ingenieurwesen, der Landwirthschaft, der Agriculturchemie, sondern auch der National-Oeconomie eine dankbare und lohnende Aufgabe zum Heile der Menschheit stellen wird.

Und wie lange wird es noch währen, ehe die Magistrate grosser deutscher Städte in diesem Sinne vorgehen werden, wie lange werden noch grosse Summen für Experimente fortgegeben werden, deren schliessliche Anwendung im Grossen doch immer auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen wird, da ihnen die natürliche Einfachheit fehlt?

Welch eines gesegneten Andenkens würden jene Männer, die berufen sind, das Wohl ihrer Mitbürger zu berathen und zu fördern, von der Nachwelt gewiss sein, wenn sie in Anerkennung einfacher Naturgesetze öde wüste Landstriche in blühende Fluren umwandeln — da sie damit nicht allein das körperliche Wohl ihrer Mitmenschen sicher zu stellen, sondern auch den Nationalwohlstand auf nicht geahnte Weise zu heben vermögen.

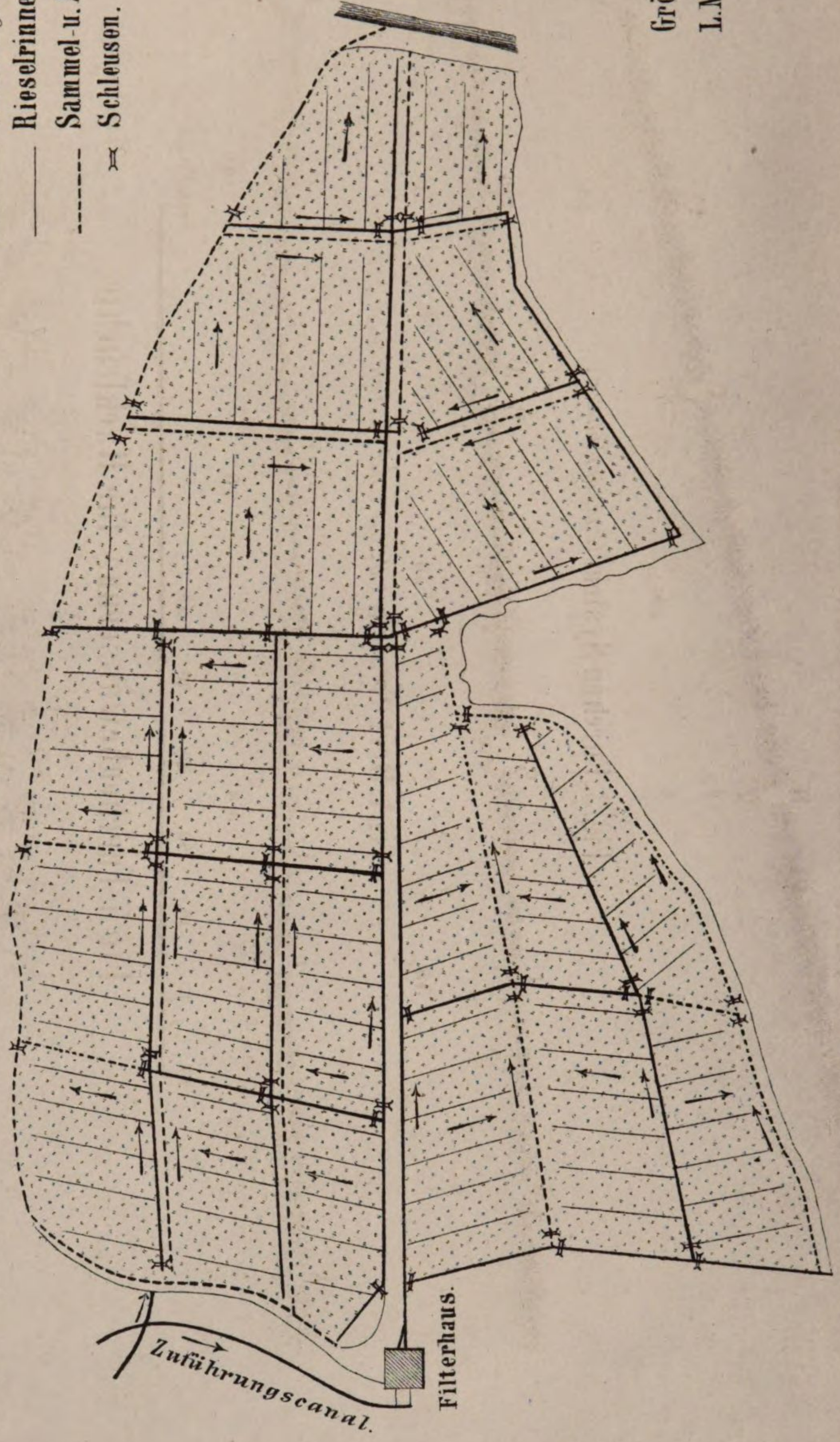
Mit dem Wunsche nun, dass diese Zeit nicht mehr ferne sei, schliessen wir diese Arbeit und werden uns glücklich schätzen, wenn sie von unseren geehrten Lesern ebenso aufgefasst wird, wie es im Sinne des Verfassers lag, nämlich der Menschheit im Allgemeinen zu nützen.



Plan der Bewässerungsanlage zu Süd-Norwood.

Fig 1.

- Zuführungs- u. Vertheilungsgräben.
- Rieselrinnen.
- - - Sammel- u. Ableitungsgräben.
- ⌵ Schleusen.



Grösse der Fläche 45 M.M.
L.M. 1:4000.

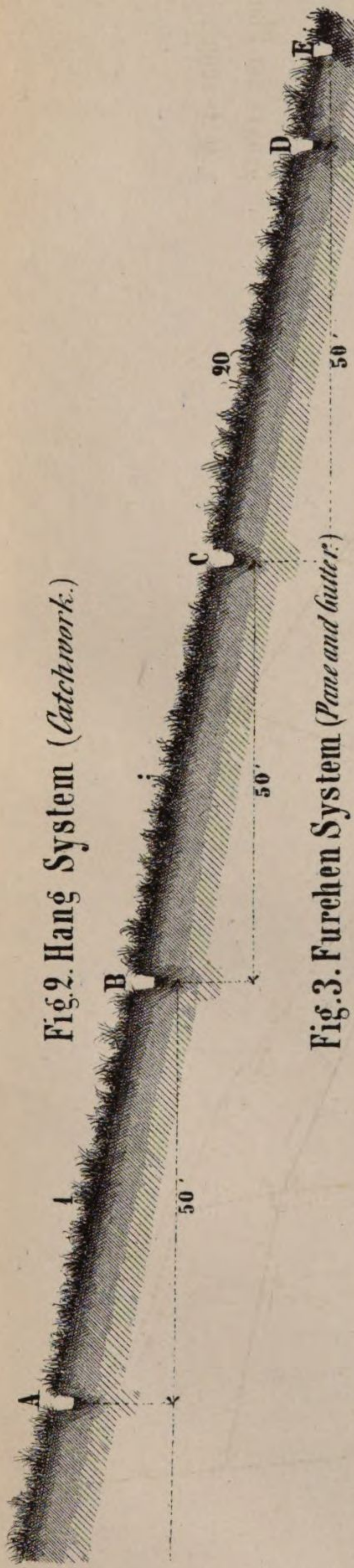


Fig. 2. Hang System (Catchwork.)

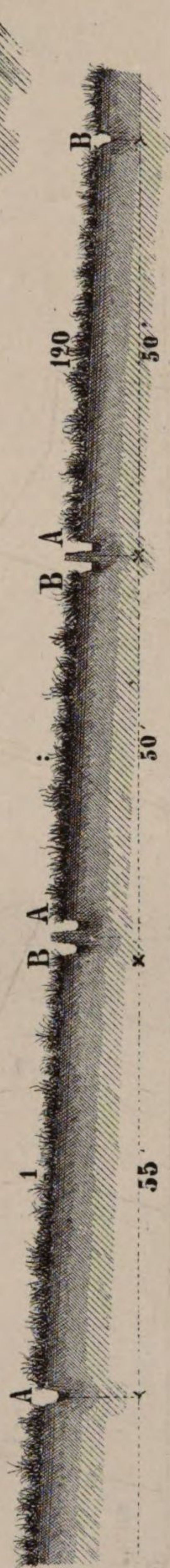


Fig. 3. Furchen System (Pave and gutter.)

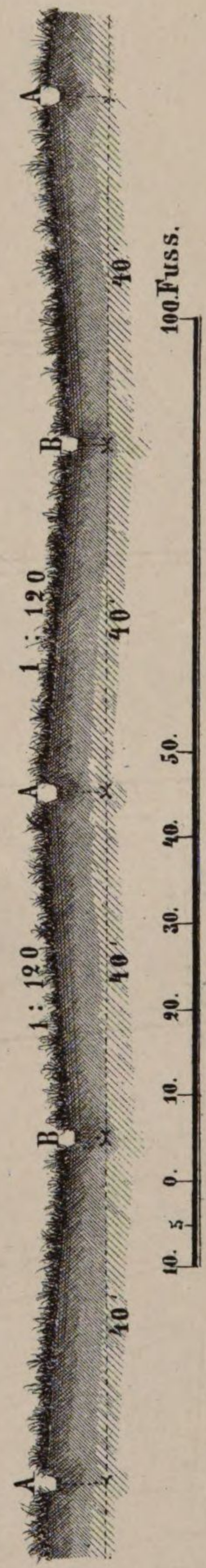


Fig. 4. Beet System (Ridge and Furrow Bed System.)

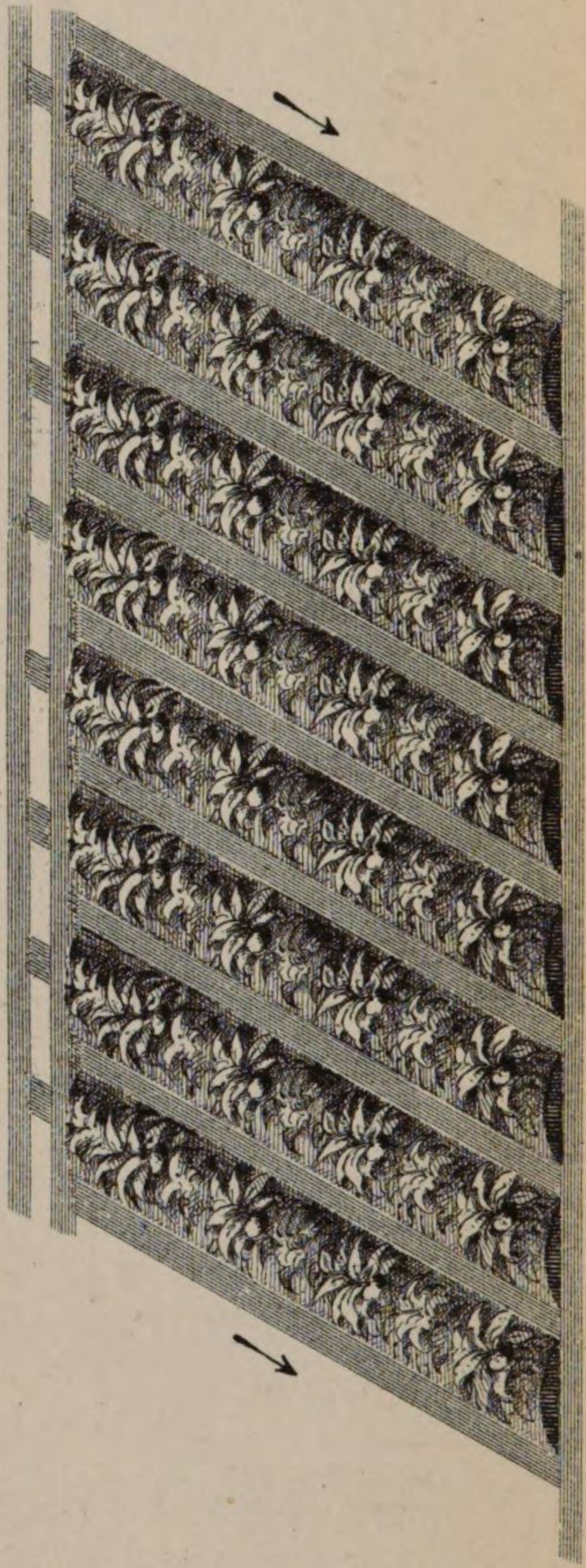


Fig. 5. Furchenbewässerung für Hackfrüchte.

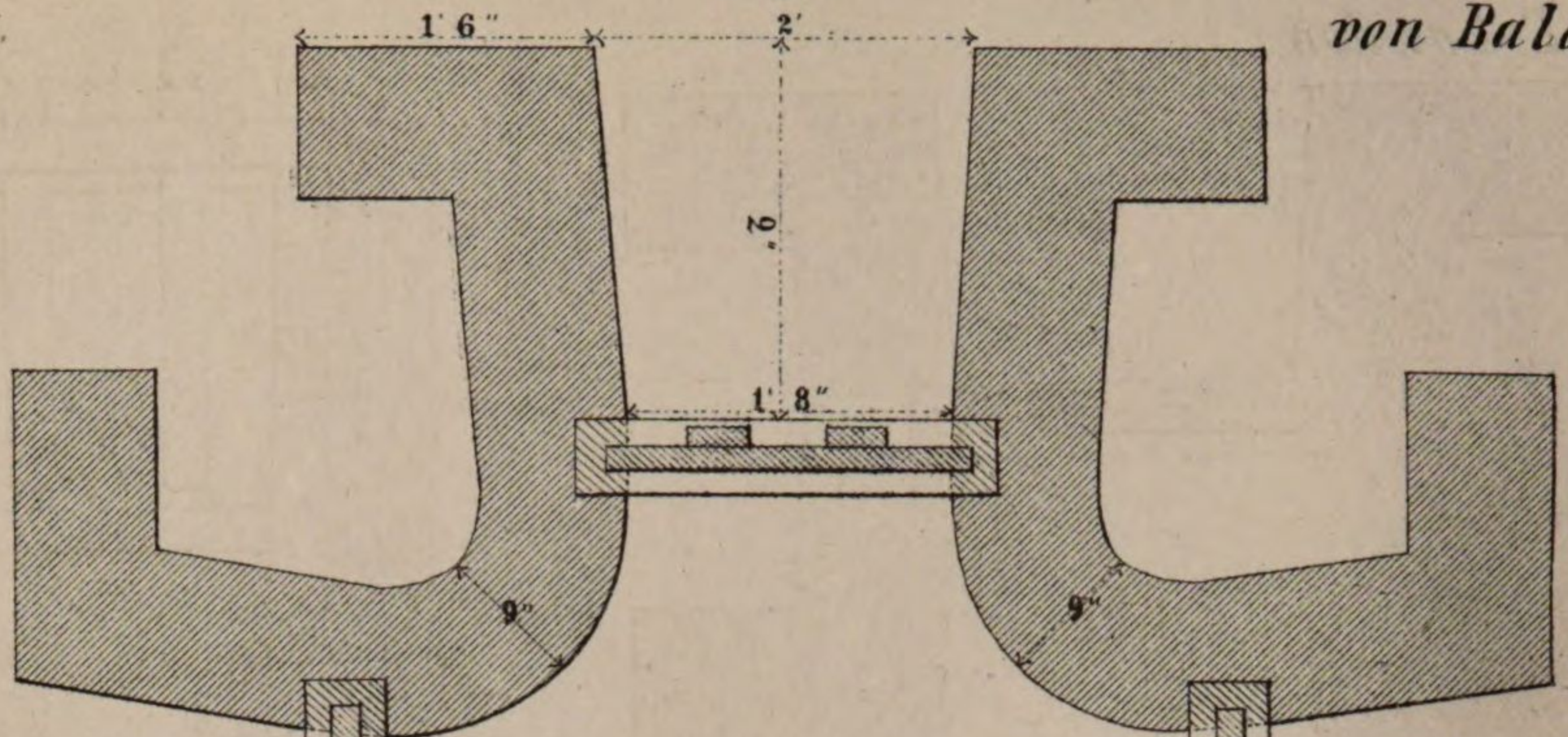
Details von Schleusen für

RUGBY, WARWICK

zu

von Baldwin Lat

Fig. 1.



Fangschleuse.

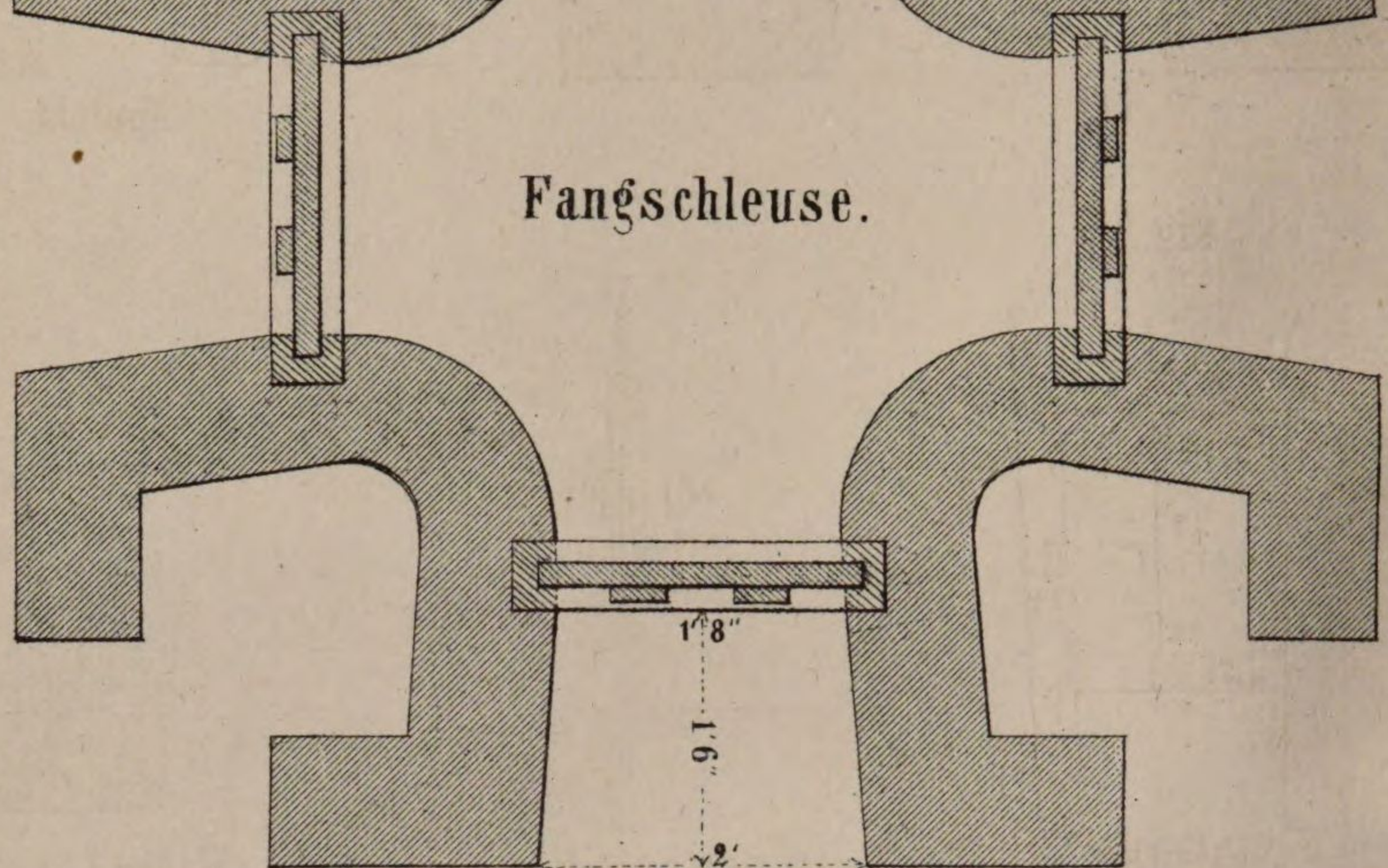
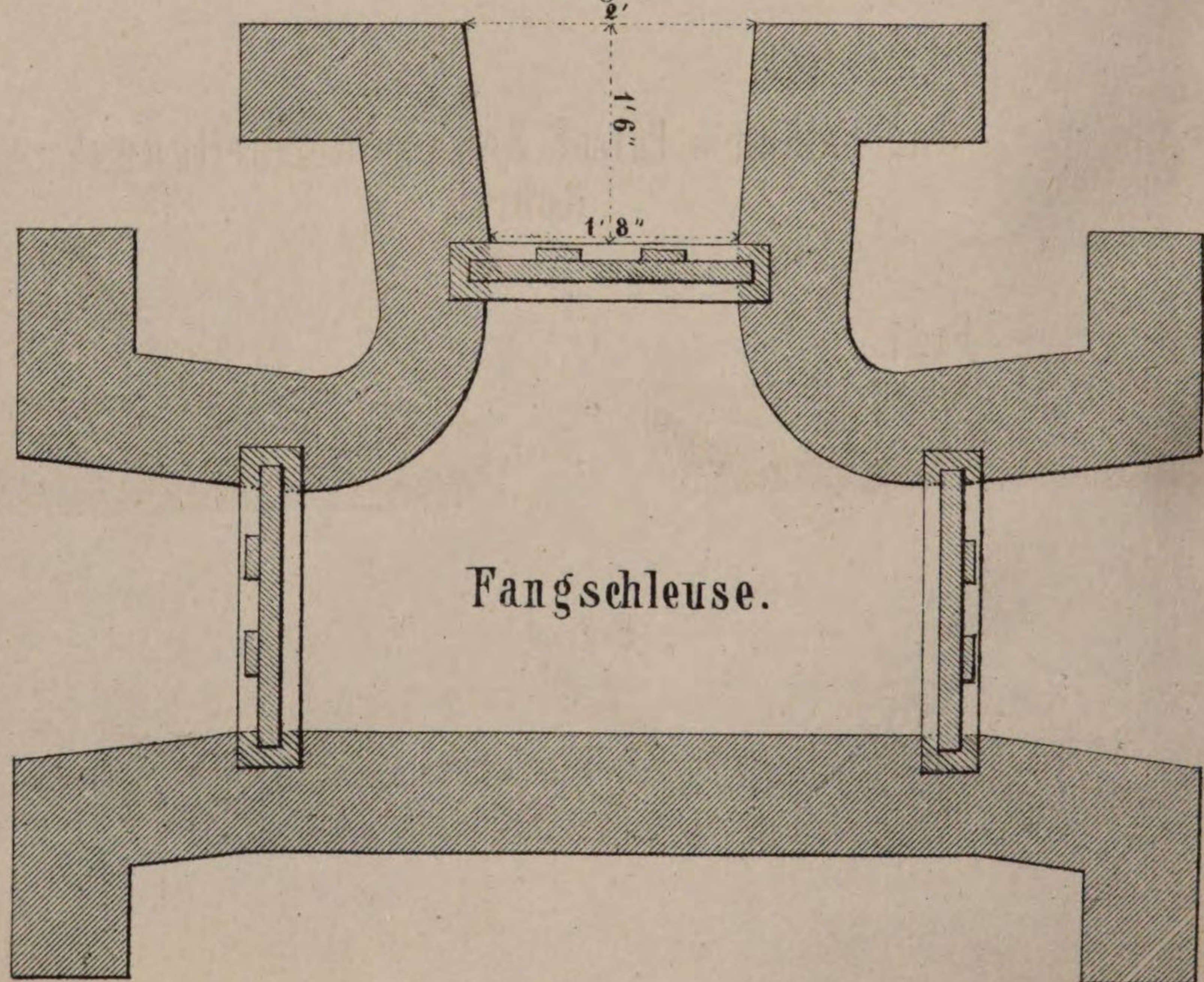


Fig. 2.



Fangschleuse.

die Bewässerungs-Anlagen

Tafel III

u
CK & BUSCOT.

tham C.E. London.

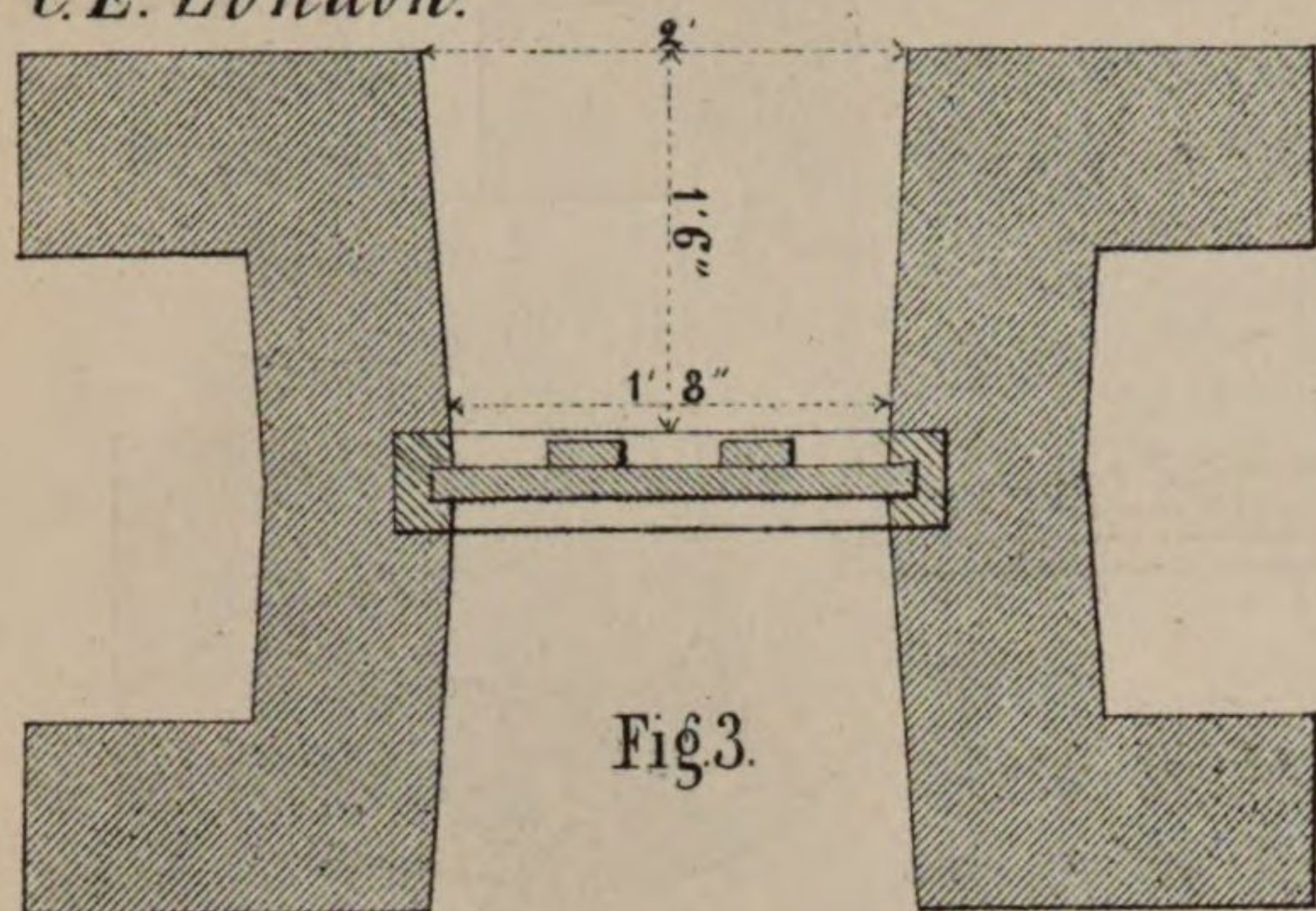
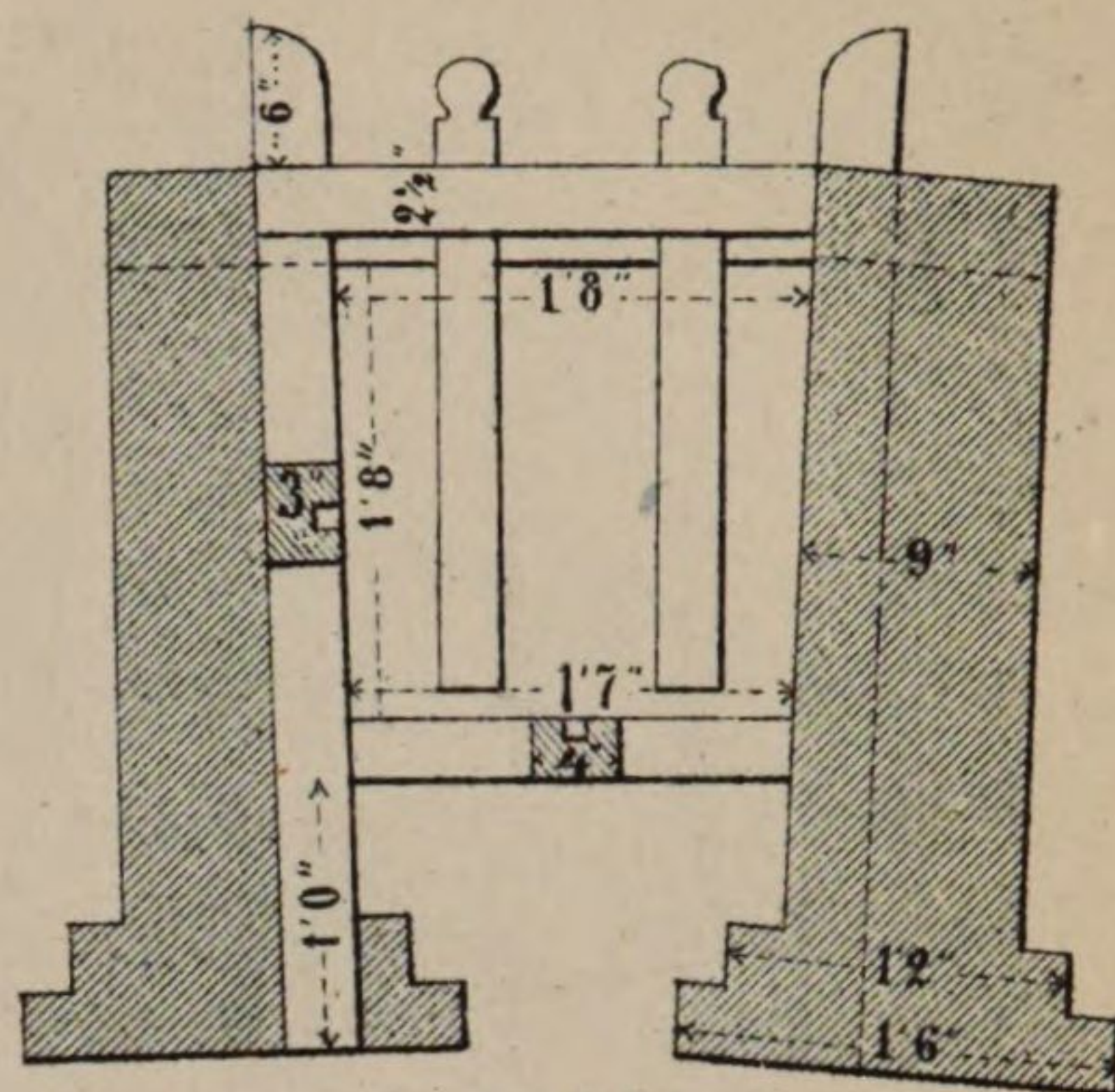
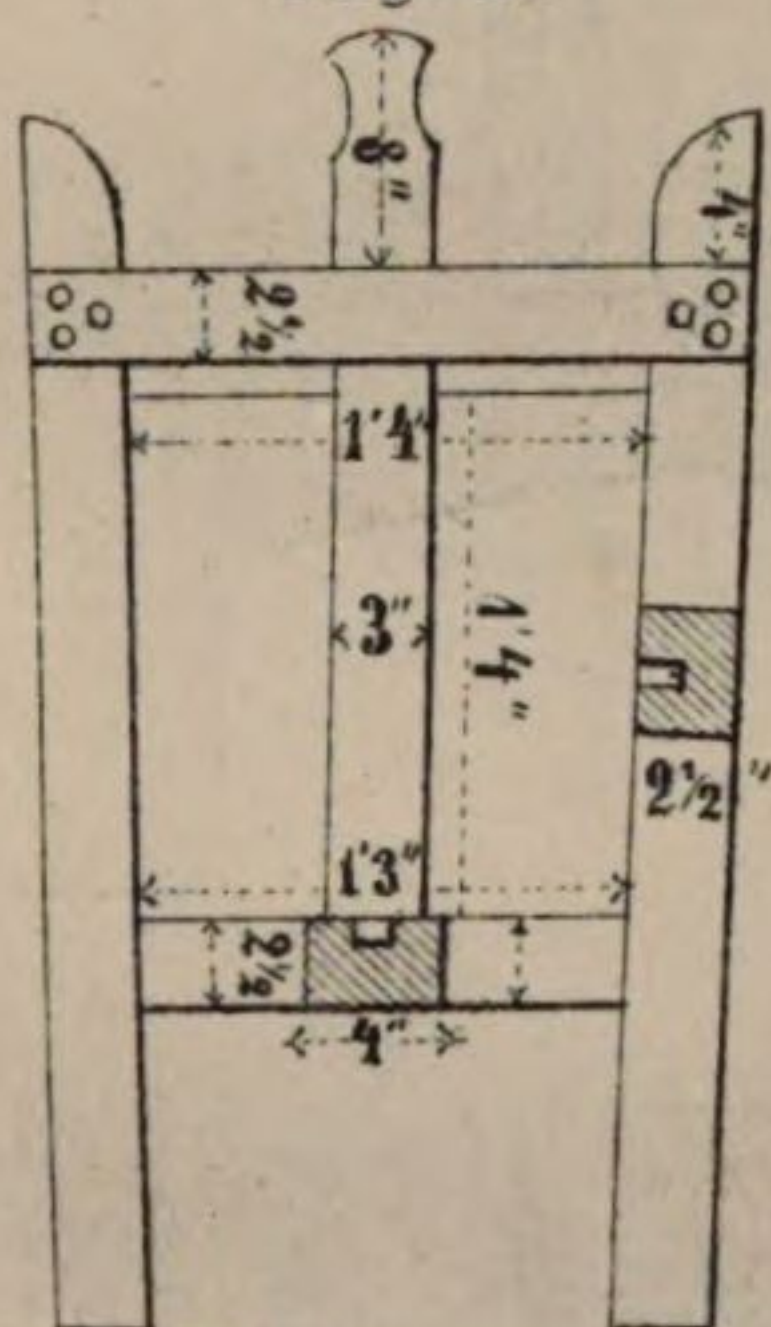


Fig. 3.

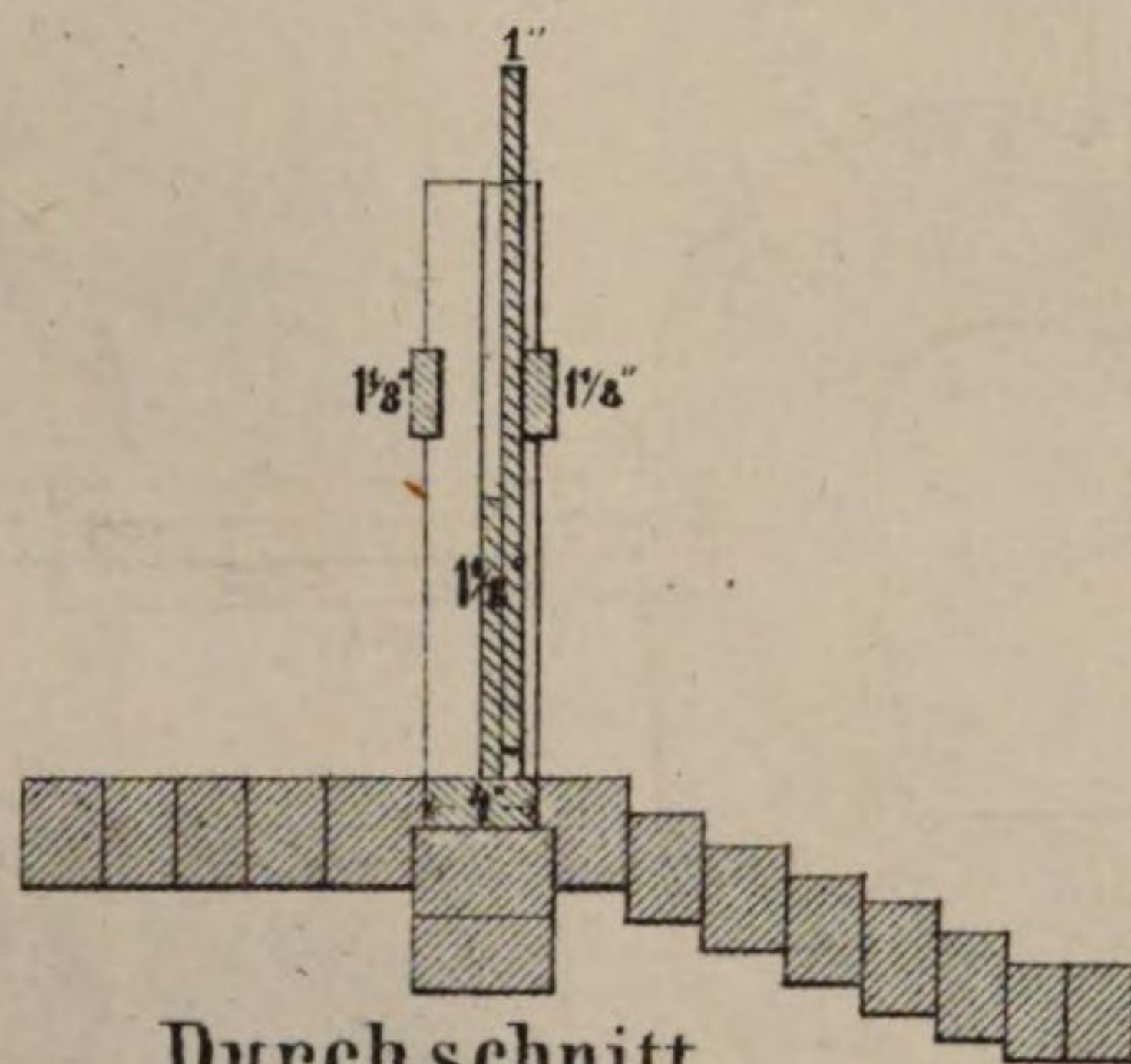


Ansicht.

Fig. 5.

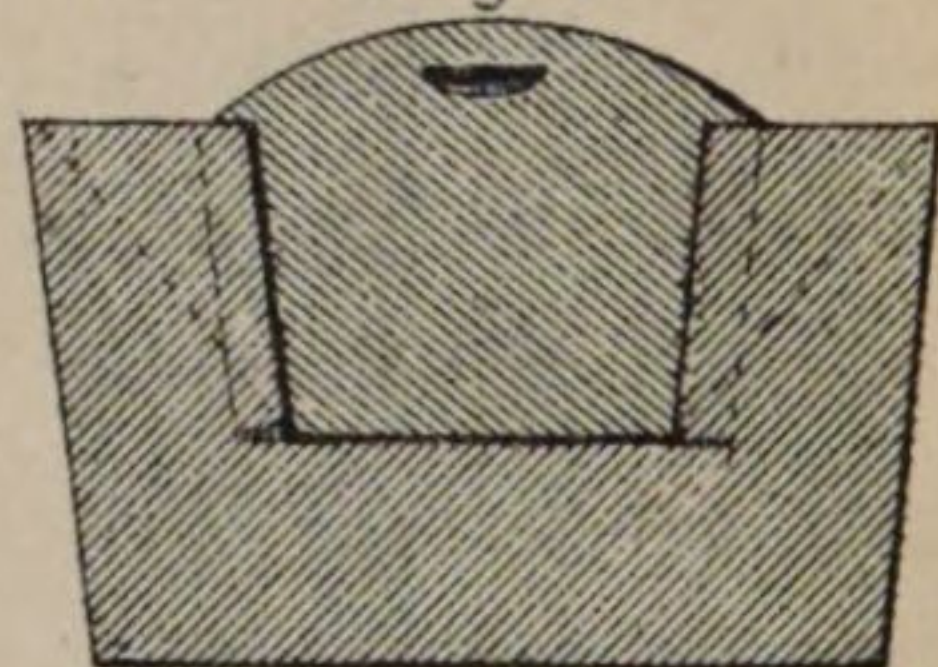


Schleuse.



Durchschnitt

Fig. 6.



Kleine Stauschleuse.

Jng. Latham's Patent-Sewage-Vertheilungs
Röhren

Fig. 7.



Fig 8.

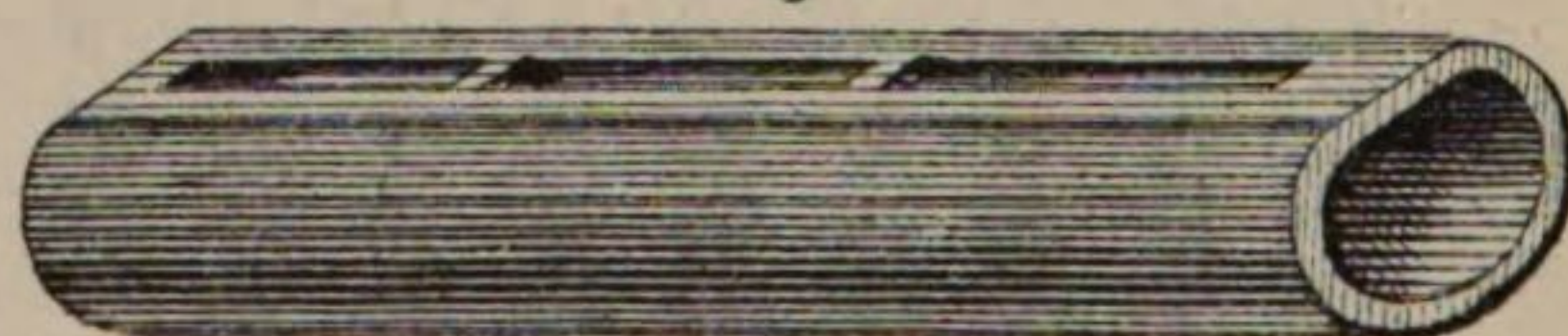


Fig. 9.

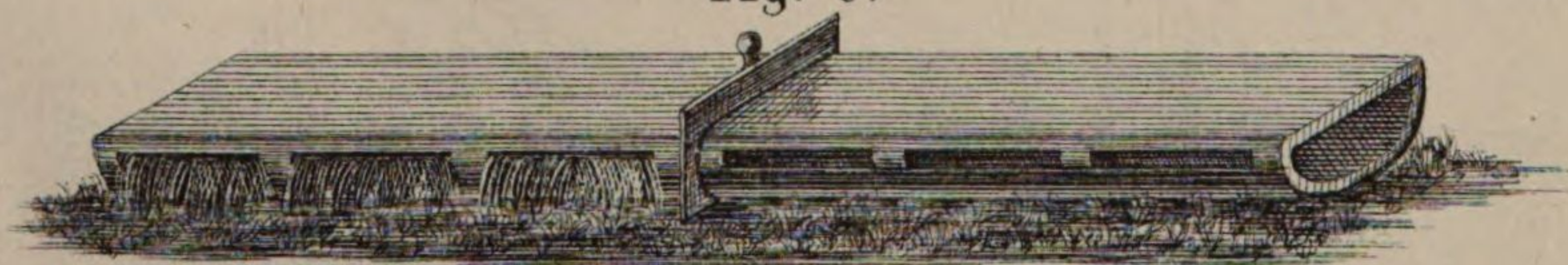
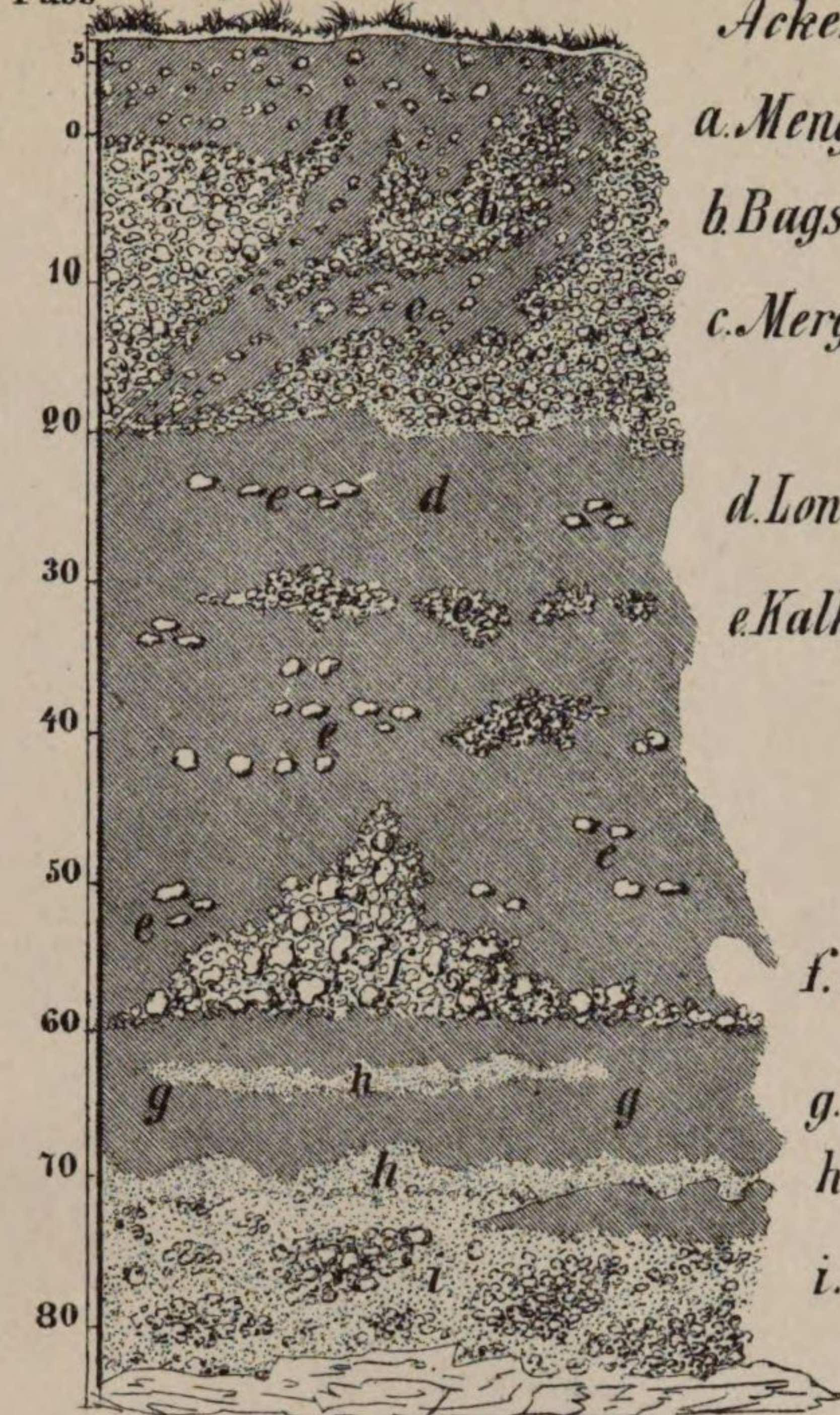


Fig.1.

Londoner Tertiärbecken.

Geognostisches Profil.

Fuss



Ackerkrume

a. Menggebilde (Lehm)

b. Bagshotsands (Gravel Kies)

c. Mergelschichten

d. Londonclay, Londonthon

e. Kalksteine (Septarien)

f. Kalksteinschichten

g. Plasticclay, Grauer plast. Thon

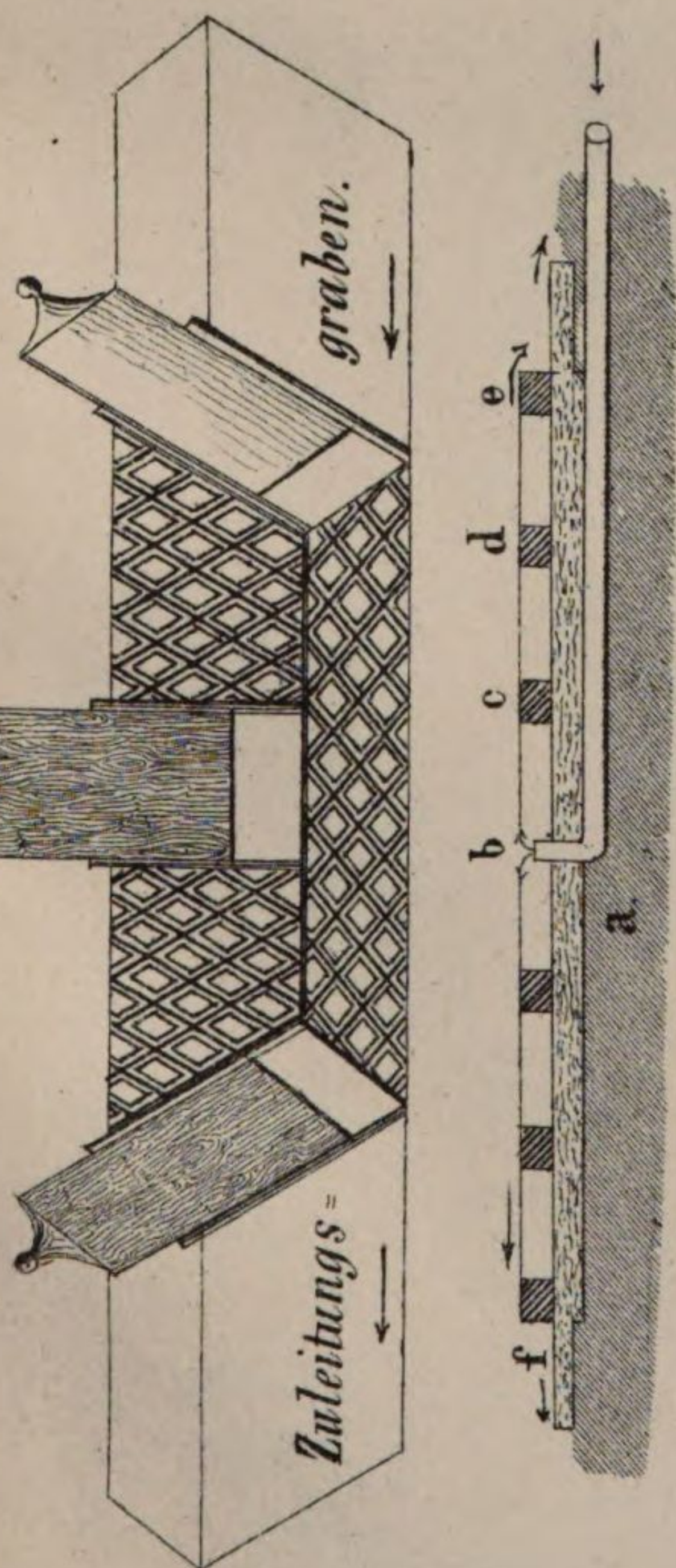
h. feiner weisser Quarzsand

i. Thanetsands (thonige Conglomerate)

Kreide.

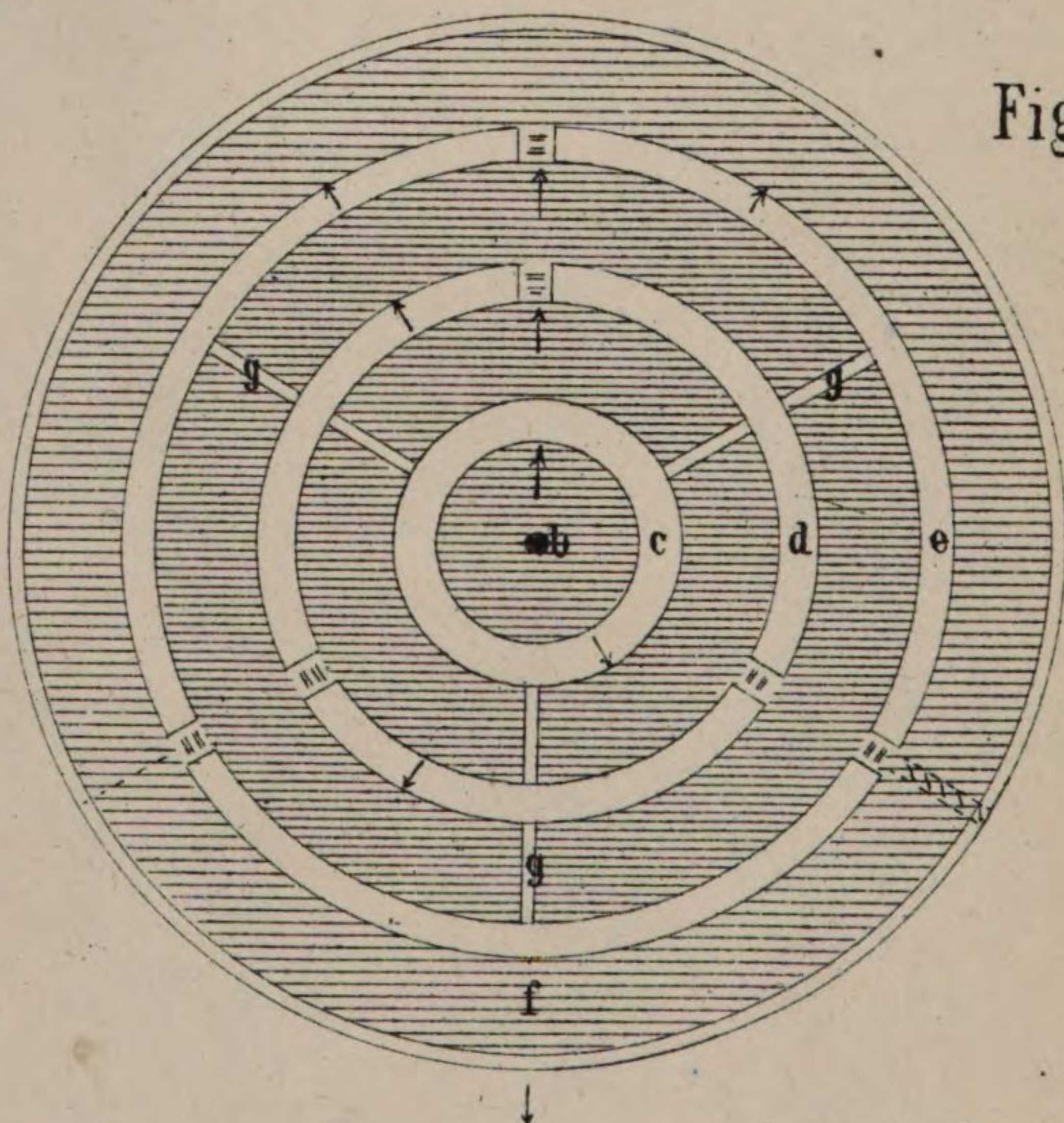
Sewage Vertheiler (Lodge Farm.)

Fig. 2



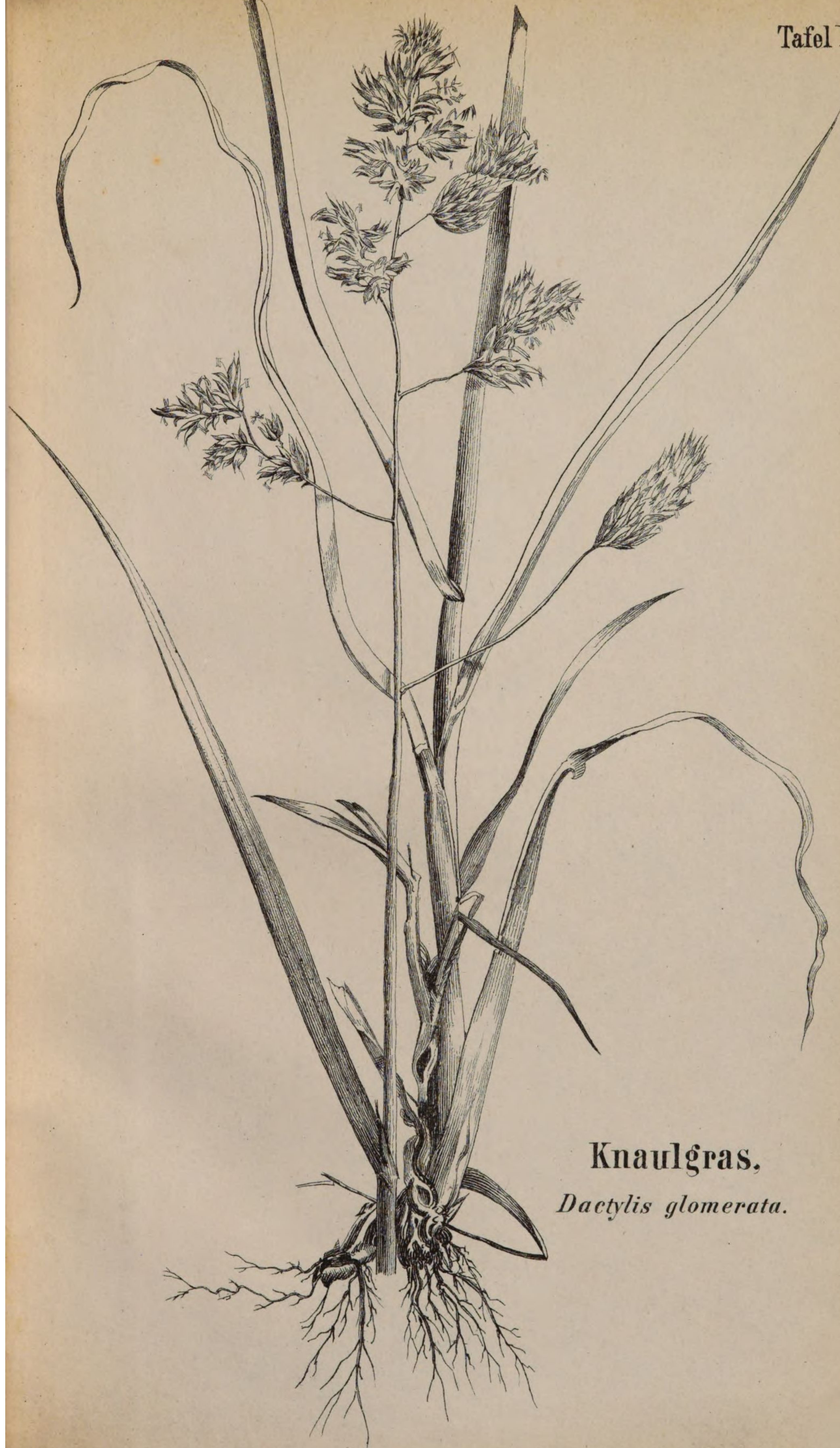
John Harts Sewage-Reiniger.

Fig.3.





Italienisches Raygras,
Lolium italicum.



Knautgras,
Dactylis glomerata.



Wiesenschwingel

Festuca pratensis.

F. X. BEER
kgl. Hofbuchbinder
in
MÜNCHEN
Lederergasse N^o 25.



Fegebeutel, Ad.

Die Kanalwasser-(Sewage) Bewässerung oder die flüssige Düngung der Felder
im Gefolge der Kanalisation der Städte in England Reise-Bericht ; im
Hinblick auf deutsche Verhältnisse

Danzig 1870

Oecon. 600 q

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11011940-7